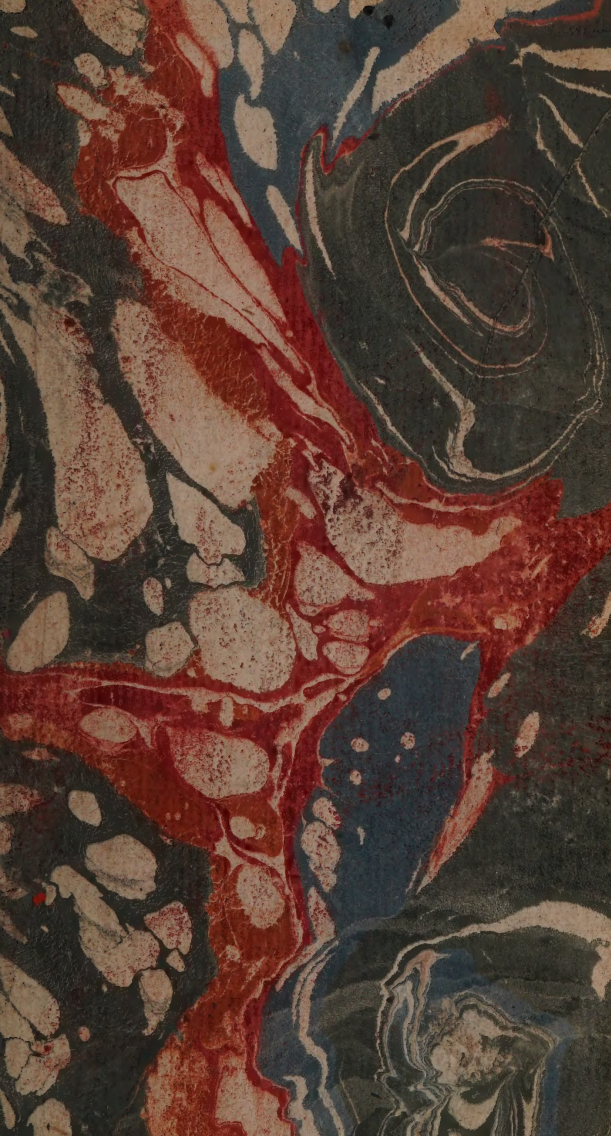


N.lx.d 18
38822/A

55151

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPERIMENTALE.

Par M. l'Abbé NOLLET, *de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, &c. Maître de Physique & d'Histoire Naturelle des Enfants de France, & Professeur Royal de Physique Expérimentale au Collège de Navarre.*

TOME SIXIEME.

A PARIS,
Chez HIPPOLYTE-LOUIS GUERIN, & LOUIS-FRANÇOIS DELATOUR, ruë S. Jacques, à S. Thomas-d'Aquin.

M. DCC. LXIV.
Avec Approbation & Privilège du Roi.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

EXTRAIT DES REGISTRES de l'Académie Royale des Sciences.

Du 18. Janvier 1764.

MOnsieur BEZOUT & moi, qui avions été nommés pour examiner *le sixiéme Volume des Leçons de Physique Expérimentale* de M. l'Abbé NOLLET, en ayant fait notre rapport, l'Académie a jugé cet Ouvrage digne de l'impression : en foi de quoi j'ai signé le présent Certificat. A Paris, ce 18. Janvier 1764.

GRANDJEAN DE FOUCHY,
Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.

On trouvera le Privilège dans les Volumes précédents.

AVIS AU RELIEUR.

Les Planches doivent être placées de maniere qu'en s'ouvrant elles puissent sortir entiérement du Livre, & se voir à droite dans l'ordre qui suit.

TOME SIXIEME.

	Pages	*Planches*
XVIII. LEÇON.	8	1
	12	2
	44	3
	62	4
	74	5
	96	6
	144	7
XIX. LEÇON.	176	1
	184	2
	194	3
	210	4
	228	5
XX. LEÇON.	250	1
	310	2
	338	3
	350	4
	382	5
XXI. LEÇON.	468	1
	486	2
	504	3

LEÇONS

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPERIMENTALE.

XVIII. LEÇON.

Sur les mouvemens des Aſtres & ſur les Phénomènes qui en réſultent.

APrès avoir traité de la lumiere dans les deux dernieres Leçons, il convient de donner dans celle-ci une idée des corps céleſtes qui en ſont comme la ſource principale, & de faire connoître les diverſes révolutions, ſoit réelles, ſoit apparentes, qui nous les montrent ſucceſſivement ſous différentes phaſes, & en diffé-

XVIII. LEÇON.

XVIII. LEÇON.

rens lieux du Ciel. Rien assurément n'est plus digne de notre curiosité que ce brillant spectacle, que la nature fait éclater nuit & jour à nos yeux; il est si beau, il est si magnifique, & le globe que nous habitons en est une si petite partie, qu'en y réfléchissant, un homme modeste n'oseroit croire qu'un si grand appareil ait été fait uniquement pour lui & pour ceux de son espèce.

Quel dût être l'étonnement de la créature raisonnable qui apperçut pour la premiere fois tant de merveilles autour d'elle! Avec quel intérêt, avec quelle attention les premiers habitans de la terre ne dûrent-ils pas remarquer la variété de tous ces grands luminaires, leurs disparitions, leurs retours, l'accroissement & la diminution successive des uns, la splendeur constante & inaltérable des autres! Faut-il s'étonner que l'Astronomie soit aussi ancienne que le monde; que nous devions les premiers élémens de cette science à des gens grossiers, & qui n'avoient probablement pour toute disposition à cette étude, que beaucoup de loisir, &

la néceſſité de paſſer la nuit dans les champs? (a)

La curioſité ſeule auroit fait ſans doute des Aſtronomes: mais l'inſpection des aſtres & la connoiſſance de leurs mouvemens offroient aux hommes un avantage précieux, qu'ils ne pouvoient avoir autrement; elles leur offroient un moyen commode de meſurer la durée de leur vie & celle de tout ce qui ſe paſſe dans la nature; les heures, les jours, les mois, les années, les ſiécles, &c. ne ſont autre choſe que des portions de tems indiquées, meſurées par les révolutions périodiques du ſoleil, de la lune, des étoiles, &c.; ſans cela tous ces mouvemens artificiels que nous nommons *Horloges*, ne nous ſeroient preſque d'aucune utilité, parce que n'étant juſtes que par imitation, ils ne le ſeroient plus, s'ils n'avoient point de modèles.

(a) On croit communément que ce furent les bergers de Chaldée, qui commencerent à obſerver le ciel avec méthode; ils y furent invités par la beauté de l'objet; & la néceſſité de veiller à leurs troupeaux marqués pendant la nuit, leur en offrit l'occaſion & le loiſir.

XVIII. LEÇON.

Enfin la grandeur majestueuse du firmament, la magnificence & l'harmonie qui regnent dans toutes ses parties, sont autant de prodiges qui nous rappellent sans cesse la profonde sagesse & la toute-puissance du Créateur, & qui nous invitent à le reconnoître & à le glorifier : *Cœli enarrant gloriam Dei, &c.*

Ce n'est point un Traité d'Astronomie que j'entreprends de donner ici : nous en avons qui sont écrits en François & de main de maîtres ; (*a*) j'y renvoye ceux qui se destinent à être Astronomes de profession, ou qui voudront s'instruire plus amplement de ce qui concerne le Ciel, & apprendre les différentes méthodes par lesquelles on acquiert & l'on perfectionne cette science : je n'ai eu vûë pour le présent que les personnes du monde à qui il convient de savoir ce qu'il y a de plus commu

(*a*) Elémens d'Astronomie, par feu M. Cassini. 1740.
Institutions astronomiques, par M. Lemnier. 1746.
Leçons élémentaires d'Astronomie, par M. de la Caille. 1761.

& de plus intéreſſant dans cette matiére, & qui n'ont pas le loiſir ou la commodité de puiſer ces connoiſſances dans les ſources. XVIII. LEÇON.

Je ſuppoſerai cependant que l'on connoît les principaux cercles de la ſphère céleſte, leur correſpondance avec ceux qu'on a imaginés pour diviſer la ſurface de la terre, les dégrés de longitude & de latitude, &c. parce que ce ſont autant de connoiſſances qu'on ne manque gueres de faire entrer dans la premiére éducation, & que l'on trouve dans tous les traités les plus élémentaires de Géographie.

Syſtême aſtronomique.

ATTRIBUER aux corps céleſtes, des grandeurs, des poſitions, des diſtances, des mouvemens tels qu'on en puiſſe tirer une explication plauſible de tous les changemens périodiques qu'on obſerve dans le Ciel, voilà ce qu'on appelle faire un ſyſtême Aſtronomique : il eſt à préſumer que les premiers Obſervateurs ont été tentés d'en faire, & qu'on en a fait beaucoup avant que d'en trouver un qui pût s'accorder paſſablement avec les obſervations, &

XVIII. LEÇON.

avec les idées que les Physiciens avoient conçuës des ressorts de la nature ; & comme par succession de tems les uns & les autres ont acquis de nouvelles connoissances, tel système Astronomique avoit pu paroître d'abord très-heureusement imaginé, qui par la suite s'est trouvé fort défectueux, soit parce qu'il ne quadroit plus avec les nouveautés qu'on découvroit de jour en jour, soit parce qu'il supposoit des choses dont on avoit reconnu l'impossibilité.

Tel fut, par exemple, celui qu'on attribuë à Ptolomée, (*a*) qui prenant toutes les apparences pour des réalités, faisoit tourner les Cieux en 24. heures autour de la terre, mouvement dont la rapidité a paru presqu'inconcevable & hors de vraisemblance quand les distances des Astres à la terre ont été mieux connuës. (*b*)

(*a*) Célébre Mathématicien du dixiéme siécle qui vivoit en Egypte.

(*b*) Un corps qui tourne réellement autour d'un centre fait, par chaque révolution, un trajet dont l'étenduë égale plus de six fois celui qu'il auroit à faire, pour aller directement au centre de sa circulation ; d'où il suit que si la

XVIII. LEÇON.

Je regarde comme une choſe inutile de rappeller ici les hypothèſes de cette eſpêce, qui ſont tombées en diſcrédit, & de rapporter les raiſons qui les ont fait rejetter : je m'arrêterai tout d'un coup à celle qui convient le mieux à mon deſſein, & qui eſt généralement reçuë aujourdhui. Je ſuivrai la doctrine de Copernic (*a*) perfectionnée par Kepler & par les Aſtronomes de nos jours ; & pour la rendre plus ſenſible, & repréſenter plus aiſément les différens mouvemens qu'on attribuë aux

diſtance du corps *A* au point *C*, (*Fig.* 1.) eſt grande, & que la durée de la révolution entiére ſoit petite, comme cela eſt pour la plûpart des Aſtres, la circonférence *A B D*, qu'il a à décrire, exige de lui qu'il ſe meuve avec une rapidité exceſſive & peu naturelle, qu'on ne doit point ſuppoſer quand on peut s'en paſſer.

(*a*) Grand Mathématicien né à Thorn dans la Pruſſe Royale ſur la fin du quinziéme ſiécle. Il n'eſt pas le premier inventeur du ſyſtême qu'il a publié : fort long-tems avant lui on avoit penſé à faire tourner toutes les planetes autour du Soleil ; mais il a perfectionné ces idées ; & après lui Kepler, autre Aſtronome Allemand ; & Galilée, Philoſophe Italien, y ont fait encore beaucoup d'améliorations.

XVIII. LEÇON.

corps céleſtes, je ferai uſage d'un inſtrument que je nomme *Planétaire* & que j'ai imité des *Orreries* (*a*) des Anglois : c'eſt une eſpêce de tambour à douze faces ou côtés *(Fig. 2.)* dans l'intérieur duquel eſt un aſſemblage de rouës & de poulies, que l'on met en jeu par le moyen d'une manivelle.

Planétaire ou orrerie.

Le deſſus de ce tambour eſt une platine de métal ordinairement peinte en bleu ; elle eſt mobile ſur ſon centre, qui eſt traverſé par une tige d'acier forée, longue d'un pouce & demi ou environ, & revêtuë de deux canons de cuivre, l'un plus court que l'autre.

Ces deux canons qui tournent librement l'un dans l'autre & ſur la tige d'acier, reçoivent ſucceſſivement différentes pièces qui ſont miſes en mouvement par le rouage mentionné ci-deſſus.

(*a*) Le feu Docteur Deſaguilliers qui faiſoit conſtruire de ces inſtrumens pour les amateurs, m'a dit qu'il les nommoit ainſi, parce que Milord Orreri, ſeigneur Anglois, qui avoit du goût pour l'Aſtronomie, étoit un des premiers qui en eût fait faire, & qui les avoit mis en vogue.

Fig. 3 .

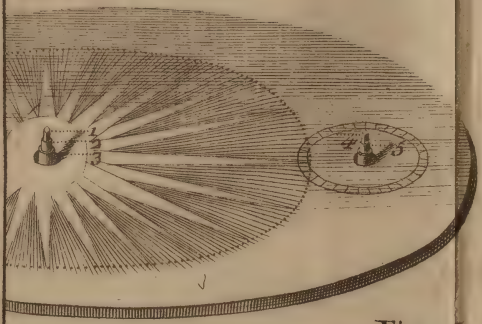


Fig. 1.

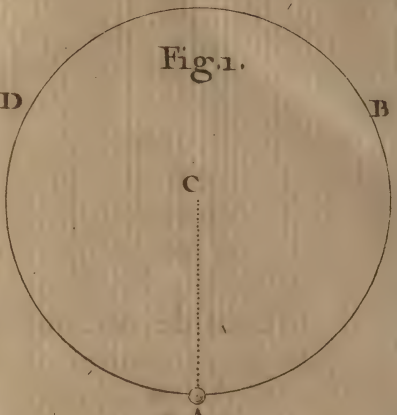


Fig. 2 .

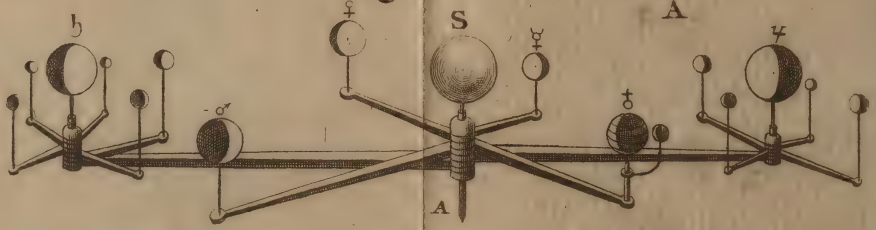
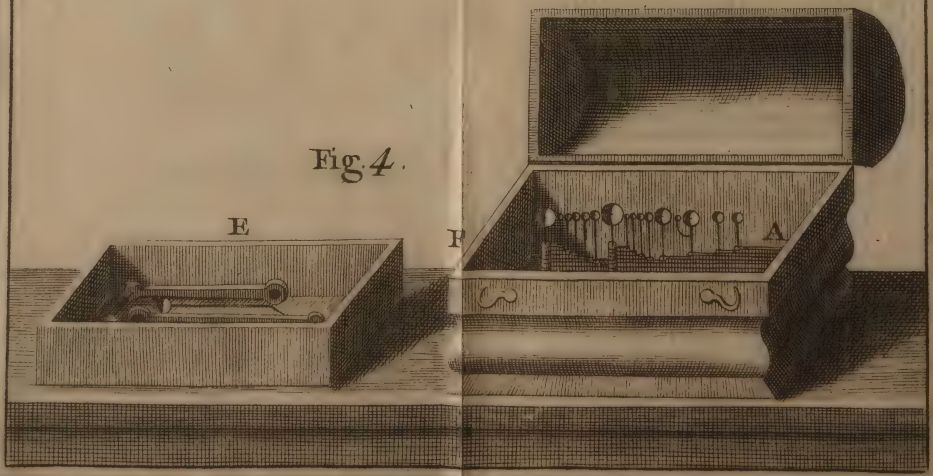


Fig. 4 .



XVIII. LEÇON.

Vers le bord de la grande platine eſt un cercle diviſé en autant de parties qu'il y a de jours au mois de la Lune, & au centre duquel paſſe encore une tige d'acier autour de laquelle ſe meut librement un canon de cuivre. La tige & le canon reçoivent certaines piéces dont nous parlerons par la ſuite, & leur communiquent des mouvemens, quand on fait tourner la platine. Voyez la *Figure* 3. qui repréſente 1., la tige d'acier forée au centre de la platine bleuë: 2., le canon qui recouvre immédiatement cette tige: 3., le canon extérieur: 4., la tige qui eſt au centre du cercle lunaire: 5., le canon qui recouvre environ la moitié de la longueur de cette tige.

La platine bleuë tourne horizontalement dans un grand cercle qui forme le bord du tambour; ce cercle a un pouce $\frac{1}{2}$ de largeur, & porte deux diviſions, l'une de 360. parties avec les 12. ſignes du Zodiaque, & l'autre de 365. parties avec les 12. mois de l'année.

Ce premier cercle eſt ſurmonté de deux autres tout-à-fait ſemblables &

XVIII. LEÇON.

élevés parallélement au-dessus de lui à la distance de 8. dégrés chacun, pour comprendre toute la largeur de cette Zone du Ciel étoilé, qu'on nomme le *Zodiaque*, celui du milieu représentant *l'Ecliptique*.

Les trois cercles sont percés d'un trou rond chacun au signe du Bélier, & c'est par-là qu'on fait descendre la tige de la manivelle sur un quarré qui déborde un peu le plan du second cercle, pour faire tourner la grande platine.

Quand on veut faire tourner les canons 2. & 3. qui sont au centre, avec les piéces dont ils sont chargés, on fait entrer la tige de la manivelle dans un trou pratiqué à celui des côtés du tambour où est peint le signe du Bélier, & quand on a pris la précaution de faire répondre une marque * qui est au bord de la platine bleuë justement à une pareille marque qui est au bord intérieur du premier grand cercle, la tige de la manivelle entre sur un quarré qui se présente à elle, & par lequel elle mene le rouage.

Toutes les piéces qui dépendent

de cette machine ſont renfermées dans un coffre *E*, *F*, (*Figure* 4.) & diſtinguées par des lettres : nous les ferons connoître à meſure que nous aurons occaſion de les mettre en uſage. XVIII. LEÇON.

Dans cette machine, comme dans toutes celles qui ont été faites juſqu'à préſent pour repréſenter les mouvemens des corps céleſtes, il n'a pas été poſſible d'obſerver les proportions de grandeurs ni de diſtances ; pour y ſuppléer en quelque façon, j'ai fait peindre les planetes principales & le ſoleil ſur la grande platine, avec leurs grandeurs relatives ; & les ſatellites de Jupiter & de Saturne, avec leurs orbites proportionnées.

Je ne puis m'empêcher de remarquer ici que le planétaire dont je fais uſage a un avantage très-conſidérable ſur les Sphères mouvantes qu'on a faites en France & ailleurs depuis 50. ou 60. ans. Dans celles-ci, on s'eſt piqué de repréſenter tout à la fois, & de faire voir d'un coup d'œil tout le ſyſtême céleſte en mouvement. C'eſt une choſe agréable &

XVIII. LEÇON.

curieuse pour quiconque l'entend & le connoît déja : mais un instrument qui exécute en particulier chaque espèce de mouvement & de révolution, & qui ne met sous les yeux du spectateur, que ce qu'on a dessein de lui faire comprendre, me semble plus utile, pour rendre sensibles les premiers principes d'Astronomie à ceux qui n'en ont encore aucune notion, & qui ont peine à les saisir quand leur attention se trouve partagée : c'est précisément ce que l'on trouve dans celui-ci, & l'expérience de 30. années m'a prouvé que cet avantage est réel.

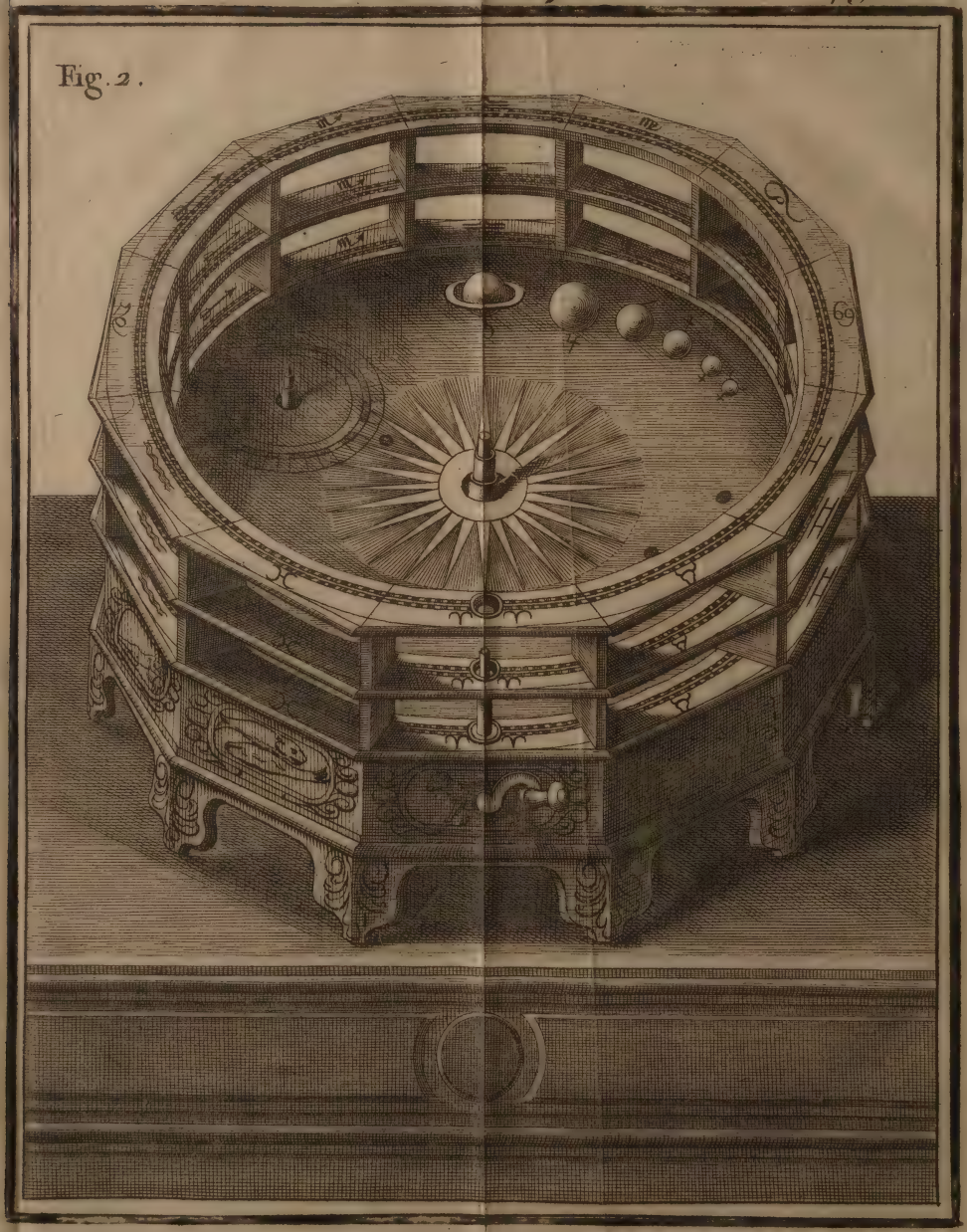
I. SECTION,

Dans laquelle on donne une idée générale des Phénomènes célestes, selon le système de Copernic.

PREMIERE OPERATION.

AYANT placé le Planétaire sur une table dans un lieu éclairé, prenez dans le coffret la piéce *A*,

Fig. 2.



qui eſt repréſentée ſéparément par la *Figure* 5.; faites entrer ſa tige de fer dans la broche forée qui eſt au centre de la platine bleuë; dirigez toutes les branches vers différentes parties du Zodiaque, & tournez les boules de façon que tous les hémiſphères blancs regardent la boule dorée qui eſt au centre.

Imaginez alors que vous avez ſous les yeux une coupe diamétrale de notre Univers; que de tout le Ciel des étoiles, on n'a reſervé que cette bande qu'on nomme le *Zodiaque*, le reſte des deux hémiſphères étant ſupprimé; que le Soleil repréſenté par la boule dorée *S*, occupe le centre de ce vaſte eſpace; qu'autour de lui & à différentes diſtances, tournent toutes les planetes : ſçavoir, Mercure, Vénus, la Terre, la Lune, Mars, Jupiter & Saturne avec leurs Satellites.

Vous reconnoîtrez ces Planetes à leurs caractères, & vous imiterez leurs différentes révolutions en faiſant tourner avec la main les branches de cuivre qui les portent; de ſorte que ſi elles laiſſoient des traces

XVIII. LEÇON.

de leur mouvement, vous auriez six cercles concentriques autour de la boule dorée, 1. autour de la terre, 4. autour de Jupiter & 5. autour de Saturne. Voyez la *Fig.* 6. (*a*)

APPLICATIONS.

CETTE représentation, toute imparfaite qu'elle eſt, aidera beaucoup une perſonne qui n'eſt point initiée, à comprendre ce que nous avons à dire de la nature, du nombre, de la figure, de la grandeur, des phaſes, des poſitions reſpectives, des mouvemens de tous les corps céleſtes.

Nous devons diſtinguer deux ſortes d'aſtres: les uns lumineux par eux-mêmes brillent de toutes parts & illuminent tout ce qui les environne, juſqu'à une certaine diſtance; tel eſt le Soleil, telles ſont les Etoiles qu'on appelle *fixes*. Les autres

(*a*) Ceci ne doit être pris que comme une eſquiſſe groſſiere; nous verrons par la ſuite que les révolutions des Planetes ne ſe font point dans des cercles concentriques, pas même dans des cercles.

ſont des corps opaques, comme la terre que nous habitons, & ne deviennent lumineux qu'en réfléchiſſant la lumiére qui leur vient d'un autre aſtre. C'eſt pour cela que nous repréſentons ici le Soleil par une boule dorée dans toute ſa ſurface; & les Planetes, par d'autres boules moitié noires & moitié blanches, pour ſignifier qu'elles ne ſont lumineuſes, que par celui de leurs hémiſphères qui eſt tourné directement vers le Soleil.

Les Etoiles s'appellent fixes : ce n'eſt point qu'elles ſoient abſolument immobiles; elles ont au moins des mouvemens apparens, puiſque nous les voyons tous les jours ſe lever & ſe coucher, &c.; mais c'eſt que toutes leurs révolutions ſe font ſans qu'elles changent de poſition, reſpectivement les unes aux autres : conſiderez les 7. Etoiles qu'on nomme le *charriot* ou la *grande ourſe*; elles ſont toujours arrangées de la même maniere : il en eſt de même des autres.

Planete ſignifie *aſtre errant* : ce n'eſt pas pour faire entendre que les Planetes n'ont point de mouvement ré-

XVIII. LEÇON.

glé, ni qu'elles se meuvent au hazard; on les a nommées ainsi, par opposition aux Etoiles, qui, comme nous l'avons dit, marchent toutes ensemble d'un mouvement commun; au lieu que celles-ci changent continuellement d'aspects entre elles, les unes allant plus vîte que les autres, & faisant leurs révolutions entieres en moins de tems.

En considérant le Ciel pendant une belle nuit, nous croyons voir toutes les étoiles attachées à une voute bleuë; & il nous semble que la terre sur laquelle nous sommes, est justement au centre de ce vaste hémisphère; il y a pourtant bien à rabattre de ces apparences.

Ces astres, qui nous paroissent fixés à la concavité d'une même sphere, il faut croire qu'ils sont placés à différentes distances de nous, dans la profondeur immense de l'espace créé; & c'est probablement une des raisons par lesquelles les uns nous semblent plus petits que les autres.

L'espace qui est entre deux étoiles n'offrant à nos yeux aucun corps éclairé ni éclairant, devroit nous paroître

roître parfaitement noir, comme il arrive lorsque nous regardons dans un trou très-profond d'où il ne vient aucune lumiere. Si le Ciel nous paroît bleu, ce n'est pas lui qui est cause de cette apparence, c'est notre atmosphère; c'est ce fluide composé d'air & de vapeurs, qui se fait appercevoir, en réfléchissant vers nos yeux des rayons de lumiere qui n'ont point la force de percer son épaisseur : ceci demande d'être expliqué un peu davantage.

XVIII. LEÇON.

Couleur bleuë du Ciel.

La lumière telle qu'elle nous vient des astres, est composée de rayons de différentes couleurs, comme nous l'avons prouvé d'après Newton; & parmi ces différentes espèces de lumieres, les plus foibles, les plus réflectibles sont celles qui nous font voir les objets bleus & violets. La lumiere des astres réfléchie par la surface de la terre, se jette dans l'atmosphère, en reprenant la route du Ciel; mais comme ce fluide qui nous enveloppe de toute part, a une épaisseur considérable, il n'y a que les rayons les plus forts, tels que les rouges, les jaunes, & peut-être les

XVIII. LEÇON.

verts, qui la traverſent entiérement; les bleus & les violets trop foibles pour avoir le même ſort, ſont renvoyés vers la terre par le fluide même, qu'ils n'ont pu percer, & nous le font voir, ſous la couleur qui leur eſt propre.

Si l'on trouve que cette explication ait beſoin d'être ſoutenuë par quelque exemple, entre pluſieurs que je pourrois citer, j'en choiſis un que tout le monde peut obſerver: ſi vous rencontrez une piéce d'eau bien claire, profonde de douze à quinze pieds, & dont le fond ſoit brun ou noir, elle vous paroîtra toujours d'un bleu violet. Cet effet eſt ſi marqué, que quoique je m'y attendiſſe, je n'ai pu m'empêcher de puiſer de pareille eau dans un verre à boire, pour m'aſſurer qu'elle ne contenoit aucune matiere étrangere qui lui pût donner cette teinte. De tous les rayons de lumiere qui pénétrent dans une pareille maſſe, il n'y a que les rouges, les jaunes, &c., qui arrivent au fond, & qui n'en reviennent point, ſi ce fond eſt de nature à les éteindre: les bleus, les violets,

&c., qui ne vont point jusques là, sont renvoyés vers l'œil du spectateur.

XVIII. LEÇON.

Quand l'air est chargé de brouillard, le Soleil & la Lune nous paroissent rouges, parce que de tous les rayons de lumiere que ces deux astres nous envoyent, il n'y a alors que les plus forts qui percent jusqu'à nous. En pareil cas, notre globe avec son atmosphère doit paroître d'une couleur pâle & tirant sur le bleu, aux habitans de la Lune, s'il y en a.

Si nous nous croyons au centre de toutes ces étoiles qui nous entourent, & qui forment, par leur assemblage, ce que nous appellons *le Ciel* ou *le Firmament*, c'est qu'elles environnent un espace si prodigieusement étendu, que la distance qui nous sépare du vrai centre de cet Univers ne doit être comptée presque pour rien, quoique suivant l'estimation commune, elle excede 30. millions de nos lieuës de France.

Pour aider le Lecteur à comprendre ceci, faisons une supposition; imaginons qu'un homme est dans une plaine bien découverte & très-

XVIII. LEÇON.

vaſte, au milieu d'un pays planté d'arbres qu'il puiſſe compter ou diſtinguer les uns des autres. Quand les contours de cette plaine formeroient toute autre figure que celle d'un cercle, cet homme, s'il n'a point d'ailleurs quelque raiſon de penſer autrement, ſera naturellement porté à croire que tous ces objets qu'il apperçoit au loin & tout autour, terminent un eſpace circulaire, dont il occupe le centre: il ſe le perſuadera, quand même il ſeroit à un quart de lieuë de ce point central où il croit être. Il penſera auſſi que tous les arbres qu'il apperçoit au-delà de cette plaine, ſont à égales diſtances de lui, quoique les uns ſoient peut-être de deux ou trois cens pas plus reculés que les autres. Enfin s'il voit dans le lointain un autre homme entre les arbres & lui, il croira volontiers que cet homme eſt comme eux à l'extrêmité de la plaine, quand il s'en faudroit de beaucoup. Et ſi au lieu d'un homme, il en voit deux à des diſtances inégales de lui, il ne pourra pas dire lequel des deux eſt le plus éloi-

gné, à moins qu'en cheminant, l'un ne passe par devant ou par derriere l'autre. L'expérience familiere & commune de tous ces effets doit donc nous faire penser que les étoiles étant si loin de nous, c'est par l'impossibilité où nous sommes de connoître leur distance absoluë, & leurs différens degrés d'éloignement, que nous attribuons la figure sphérique à l'espace qu'elles renferment entr'elles, & que nous les croyons toutes appliquées à une même surface.

XVIII. LEÇON.

Mais comme ces étoiles sont fixes, c'est-à-dire, qu'elles ne changent point de positions respectives entr'elles, & que l'œil est sûr d'en rencontrer dans tout le contour des Cieux; si l'on sait bien les distinguer les unes des autres, elles peuvent servir au spectateur qui est censé être au centre de l'univers, à mesurer la marche des astres intermédiaires, à reconnoître ceux qui vont plus vîte ou plus lentement, ceux qui sont plus près ou plus éloignés. On voit par-là que l'Astronomie a dû commencer par la connoissance de ce qui concerne les étoiles fixes.

XVIII. LEÇON. Constellations.

S'il n'y avoit eu qu'un petit nombre d'étoiles, on les auroit distinguées toutes par des noms propres ; & l'on se seroit assuré de la position de chacune, en mesurant, suivant les régles de la Trigonométrie sphérique, tous les arcs du Ciel qu'elles comprennent entr'elles, ou, ce qui revient au même, en déterminant leurs dégrés de longitude & de latitude. Mais le premier catalogue qu'on en fit, il y a près de 1900. ans, (*a*) en contenoit 1022., & il ne les contenoit pas toutes à beaucoup près. Il parut donc que c'étoit une chose trop pénible que d'imposer tant de noms, encore plus de les retenir dans sa mémoire ; & la détermination du lieu de chaque étoile, étoit un ouvrage de longue haleine, sujet à révision, & qui ne pouvoit se faire & se perfectionner, qu'avec beaucoup de tems.

Ces considérations porterent les premiers Astronomes à partager toutes les étoiles connuës en plusieurs

(*a*) Hipparque qui a le premier construit un Catalogue des Etoiles fixes, vivoit plus de 100. ans avant la naissance des Jesus-Christ.

groupes ou assemblages, que l'on nomma *Constellations*, & à qui l'on donna les noms & les figures de divers personnages célèbres, & même de plusieurs animaux, instrumens ou machines, que la fable avoit transportés au Ciel. (*a*)

XVIII. LEÇON.

Ptolomée en forma 48.; sçavoir, 12. autour de l'écliptique, 21. dans la partie septentrionale, & 15. dans la partie méridionale du Ciel.

Les constellations qui entourent l'écliptique, & qui rempliſſent cette Zone du Ciel qu'on nomme le *Zodiaque*, sont,

Le Bélier.	♈	La Balance.	♎
Le Taureau.	♉	Le Scorpion.	♏
Les Gémeaux.	♊	Le Sagittaire.	♐
L'Ecreviſſe.	♋	Le Capricorne.	♑
Le Lion.	♌	Le Verſeau.	♒
La Vierge.	♍	Les Poiſſons.	♓

CONSTELLATIONS de l'Hémiſphère ſeptentrional.

La petite Ourſe. | La grande Ourſe.

(*a*) L'origine de tous ces noms, qui ont paſſé de l'antiquité juſqu'à nous, eſt un point d'érudition aſſez curieux, mais ſur lequel je ne puis m'arrêter; on peut voir ce qu'en dit M. Pluche dans ſon Hiſt. du Ciel, &c.

XVIII. LEÇON.

Le Dragon.
Céphée.
Le Bouvier.
La Couronne Boréale.
Hercule.
La Lyre.
L'Oiseau ou le Cygne.
Cassiopée.
Persée.
Le Cocher.
Le Serpentaire.
Le Serpent.
La Fleche.
L'Aigle.
Le Dauphin.
Le petit Cheval.
Pégase.
Andromèdes.
Le Triangle.

CONSTELLATIONS de l'Hémisphère méridional.

La Baleine.
Orion.
Le Fleuve Eridan.
Le Lievre.
Le grand Chien.
Le petit Chien.
Le Navire.
L'Hydre.
La Coupe.
Le Corbeau.
Le Centaure.
Le Loup.
L'Autel.
La Couronne Méridionale.
Le Poisson Austral.

Mais toutes les étoiles connuës n'ayant pu être compriſes dans ces figures, celles qui ſe ſont trouvées dehors, ſe ſont nommées étoiles *informes*.

La

La Navigation a procuré aux Astronomes modernes les moyen d'aller observer les parties de l'hémisphère austral, que les anciens n'avoient point connuës, & que nous aurions ignorées nous-mêmes, parce qu'un grand nombre de ces étoiles ne paroissent jamais sur l'horizon en Europe. Cela fit ajouter aux 48. constellations de Ptolomée les 12. suivantes. XVIII. LEÇON.

Le Paon.	Le Caméléon.
La Gruë.	La Mouche.
Le Toucan.	L'Oiseau de Paradis.
Le Phénix.	Le Triangle Austral.
La Dorade.	L'Indien.
Le Poisson Volant.	
L'Hydre Mâle.	

L'invention des Lunettes contribua encore beaucoup à grossir le catalogue des étoiles, & à former de nouvelles constellations, même dans la partie septentrionale du Ciel; de sorte qu'au commencement de ce siécle, Flamsted, Astronome Anglois, avoit porté à 3000. le

XVIII. LEÇON.

nombre de celles dont les lieux étoient déterminés ; & cela a été encore beaucoup augmenté depuis par l'exact & infatigable Abbé de la Caille, qu'une mort prématurée vient de nous enlever, au grand dommage des sciences, & au grand regret de tous les honnêtes gens qui l'ont connu.

Au commencement du dernier siécle, un Allemand nommé *Jean Bayer*, fit une chose ingénieuse & utile à ceux qui ont besoin de bien connoître le Ciel étoilé. Il publia des Cartes célestes, où les étoiles de chaque constellation sont désignées par des lettres grecques ou latines ; de sorte, par exemple, qu'au lieu de cette périphrase ; *l'Etoile de la seconde grandeur qui est à l'extrémité de la queuë de la grande Ourse*, on dit simplement *l'Etoile ν de la grande Ourse, &c.*

Quoique le nombre des étoiles connuës soit si grand, qu'on a été obligé de prendre toutes les mesures dont je viens de parler, pour y mettre de l'ordre, & pour les reconnoître ; cependant si nous considérons que

l'on ne peut jamais voir que la moitié du Ciel à la fois ; que de toutes celles qu'on trouve sur les Catalogues, il y en a beaucoup qui ne s'apperçoivent qu'à l'aide des télescopes, nous serons obligés de convenir que dans la plus belle nuit, & avec le Ciel le plus découvert, la meilleure vûë n'en peut compter 1200. Ce qui paroît incroyable ; car en pareil cas, il n'y a personne qui ne s'imagine en appercevoir des millions. Cette illusion ou fausse apparence, vient probablement de ce que ces lumiéres vives & scintillantes, font des impressions trop fréquentes, & pour ainsi dire, trop serrées au fond de l'œil, pour faire naître des idées distinctes. Nous nous exagérons le nombre des objets, quand nous désespérons de pouvoir les compter.

J'ai déjà dit que toutes les étoiles ne nous paroissent point également grosses. Cette différence peut venir de leurs différens dégrés d'éloignement, & c'est la raison la plus naturelle qu'on en puisse donner : mais il est possible aussi qu'elles différent

XVIII. LEÇON.

réellement de grandeur entr'elles ; ou que les unes soient de nature à briller davantage que les autres : que sait-on même, si ces astres, au lieu d'être des globes, n'auroient pas une figure applatie, avec un mouvement fort lent de rotation, qui nous présenteroit ceux-ci sous une plus grande face, ceux-là sous une plus petite ? on seroit tenté de le croire, quand on sait que quelques-uns d'entr'eux ont disparu pour un tems, & que quelques autres ont varié par leur grandeur apparente.

Quoi qu'il en soit, les Astronomes distribuent en six classes toutes les étoiles qu'on peut voir à la vûë simple ; & ils en font encore deux ou trois de celles qu'on n'apperçoit qu'avec des lunettes. Plus ces instrumens se perfectionneront, plus on doit s'attendre de voir augmenter ces dernieres classes.

Les étoiles de la premiére grandeur ne sont point en grand nombre ; on les distingue presque toutes par des noms particuliers. *Sirius*, *Arcturus*, *Aldebaram*, *l'Epi de la Vierge*,

Procyon, *Regulus*, *Antares*, *la Lyre*, *Fomahant*, *&c.*

XVIII. LEÇON.

Si nous en croyons nos sens, les planetes nous semblent aussi éloignées que les étoiles ; & nous les confondons avec elles, quand on ne nous a point appris à les distinguer. Pour ne s'y point tromper, il faut observer qu'une étoile brille par élancement, ce qu'on appelle mouvement de scintillation ; au lieu que la lumiére d'une planete est plus uniforme & plus tranquille : le télescope dépouille l'une & l'autre des rayons qui l'entourent ; mais il fait voir la planete plus grosse, & l'étoile plus petite qu'à la vûë simple.

Outre les étoiles dont je viens de parler, on voit encore au Ciel, & dans un éloignement aussi grand pour le moins que celui qu'on est obligé de leur attribuer ; on voit, dis-je, certaines petites taches blanchâtres qu'on nomme *Etoiles nébuleuses*, & une bande ou espêce de ceinture d'une couleur laiteuse, qu'on a nommée pour cela *la voye lactée*. Les Astronomes en sont encore à savoir au juste ce qui cause ces apparences :

XVIII. LEÇON.

Galilée a dit de la derniére, que cet espace du Ciel où elle se fait remarquer, étoit rempli d'une infinité de petites étoiles, dont les lumiéres se confondent; & beaucoup d'Astronomes suivent encore cette opinion qui est assez probable.

Nous voyons le Ciel des étoiles fixes faire en 24. heures une révolution entiére autour de nous, d'Orient en Occident; cependant nous devons croire qu'il est immobile: les mouvemens que nous y remarquons ne sont que des apparences, qui résultent de la rotation de la terre sur son axe, & de sa révolution annuelle autour du Soleil, dont nous parlerons par la suite, & spécialement dans la seconde Section: un homme placé dans un bâteau, au milieu d'un étang, pourroit s'imaginer que le rivage & tous les objets qui le bordent, tournent de gauche à droite autour de lui, si son bateau tournoit dans le sens contraire. La révolution diurne du Ciel étoilé n'est pas plus réelle que celle du rivage: c'est notre bâteau qui tourne; c'est le lieu que nous habi-

tons sur la terre, qui nous transportant avec lui circulairement d'Occident en Orient, nous fait appercevoir successivement tout ce qu'il y a de visible à la voûte des Cieux. XVIII. LEÇON.

LE SOLEIL est un globe immense, sur la nature duquel nous n'avons aucune connoissance précise ni certaine. Il est la principale source de la chaleur qui anime notre monde, & de la lumiére qui l'éclaire. De-là nous jugeons que ce peut être un amas de matiéres embrasées depuis la création ; mais qui brûle apparemment sans se dissiper & sans s'obscurcir, puisque son activité & sa splendeur sont inaltérables ; bien différent des autres feux qui ne subsistent que par de nouveaux alimens, & dont l'éclat se ternit presque toujours par le charbon & les vapeurs noires qu'ils produisent.

L'action de cet astre le plus beau, le plus utile, le plus néceſſaire de tous ceux dont nous ressentons les influences, s'étend autour de lui à des distances immenses, de sorte qu'il est le centre d'une sphère d'activité, qu'on peut considérer comme

XVIII. LEÇON.

étant formée par une infinité de rayons divergents de tous les points de sa surface. Ainsi, soit que le Soleil éclaire, soit qu'il échauffe, son action sur les corps qui la reçoivent, est d'autant plus grande qu'ils sont plus près de lui ; & quant à la proportion, elle est en raison inverse du quarré de la distance, comme nous l'avons fait voir en traitant de l'Optique. *

* Tome V., pag. 71.

Cet astre central a la figure d'un globe : s'il paroît à nos yeux comme un disque circulaire, c'est que dans un tel éloignement, rien ne nous fait sentir que les parties du milieu sont plus avancées vers nous que celles des bords ; c'est que les lignes semi-circulaires qui forment sa convexité antérieure, se tracent au fond de nos yeux comme des lignes droites. Voyez ce que j'ai dit de ces apparences, Tom. V., pag. 117. & 118. La même explication doit servir pour la pleine Lune, & pour les autres planetes qu'on regarde avec un télescope.

Le Soleil est d'une grandeur immense : son diamétre, selon les ob-

ſervations les plus récentes & les plus exactes, égale plus de 90. fois celui de la terre, qu'on eſtime être de 3000. lieuës. Les ſolidités des corps ſphériques étant entr'elles comme les cubes de leurs diamétres, il s'enſuit que celle du Soleil eſt environ 729000. fois plus grande que celle du globe terreſtre.

La grandeur apparente du diſque ſolaire n'eſt pas conſtante ; on la voit varier comme celle de la Lune, à meſure que ces aſtres s'élevent au-deſſus de l'horizon après leur lever, ou lorſqu'ils en approchent pour ſe coucher : nous en avons indiqué les raiſons ailleurs. * Mais cette même grandeur varie encore, parce que ces aſtres ſont tantôt plus, tantôt moins éloignés de la terre ; ce qui fait que d'un tems à l'autre, les angles ſous leſquels nous les appercevons, ſont plus ou moins grands : j'expliquerai ceci plus particuliérement en parlant des mouvemens de la terre.

* Tome V. pag. 137.

Quoiqu'il n'y ait rien dans les Cieux de comparable pour l'éclat à la ſplendeur du Soleil, elle n'eſt

XVIII. LEÇON.

pourtant pas si pure, qu'on ne remarque de tems en tems quelques taches sur cet astre. Galilée (d'autres disent le P. Scheine, Jésuite) fit cette découverte, il y a environ cent cinquante ans : l'imagination des Physiciens travailla aussi-tôt pour deviner la cause de ces phénomènes ; mais il n'en résulta que des conjectures à peine vraisemblables, & qui ne méritent guères d'être rapportées ici.

Les Astronomes en tirerent un meilleur parti ; ils observerent que ces taches, tant qu'elles durent, (car elles ne subsistent pas toujours) cheminent du bord oriental du Soleil vers son bord occidental, qu'elles disparoissent alors, & qu'après un certain intervalle de tems, elles reparoissent pour recommencer la même route : cela fit penser d'abord que ce pouvoit être des corps opaques, quelques planetes qui feroient des révolutions comme les autres, & fort près du Soleil ; mais ces soupçons se dissiperent, parce qu'on remarqua, premiérement que la même tache paroît toujours plus étroite

vers les bords de l'aſtre que quand elle ſe trouve plus avancée vers le milieu. Secondement, que le tems qu'elle met à revenir eſt à très-peu près égal à la durée de ſon apparition. On en conclut & avec raiſon que les taches du Soleil ſont plates & non ſphériques, & qu'elles tiennent à la ſurface même de l'aſtre; car ſi c'étoit des globes détachés, comme Mercure ou Vénus; de la terre ſuppoſée au point *T*, (*Fig.* 7.) on les verroit toujours ſous le même angle, ſoit qu'elles répondiſſent au milieu du globe ſolaire *S*, ſoit qu'elles tournaſſent vers les bords; & la partie *A B* de leur révolution, pendant laquelle on les verroit paſſer ſur le Soleil, ſeroit plus courte que l'autre *B C A*, pendant laquelle on les perd de vûë. On apprit par ces obſervations & par ces raiſonnemens, que le Soleil, qu'on croyoit immobile au centre de l'Univers, tourne ſur lui-même dans l'eſpace de 25. jours & demi. XVIII. LEÇON.

Cette étenduë immenſe, dont le Soleil occupe le centre, & qui eſt terminée par le Ciel des étoiles fixes,

XVIII. LEÇON.

est remplie par un fluide très-subtil, & de nature à transmettre l'action des corps lumineux, comme nous l'avons dit en parlant de la propagation de la lumiére au commencement de la XVe. Leçon. C'est dans cette matiére éthérée que flottent à différentes distances du Soleil, ces autres astres qu'on nomme *Planetes*, & qui ne sont visibles que par la lumiére qu'ils reçoivent, & qu'ils réfléchissent vers nous. Comme ces corps, à cause de leur figure sphérique, ne peuvent jamais recevoir la lumiére du Soleil que sur la moitié de leur surface, nous les perdons de vûë toutes les fois que cette partie illuminée n'est pas tournée vers nous, en tout ou en partie.

Planetes du premier & du second ordre.

ON DIVISE les planetes connuës en deux classes. Celles de la premiére classe se nomment *Planetes primitives* ou *principales* : elles sont au nombre de six : savoir, *Mercure*, *Vénus*, *la Terre*, *Mars*, *Jupiter* & *Saturne*.

Celles de la seconde classe s'appellent *Planetes secondaires*, *Satellites* ou *Lunes* : on en compte dix : savoir, une qui appartient à la terre,

& qui porte spécialement le nom de *Lune* ; quatre qui accompagnent Jupiter, & cinq qui sont autour de Saturne. Ces neuf derniéres ne se distinguent que par leur rang : celle qui est plus prochaine de la planete primitive, s'appelle premier Satellite ; les autres se nomment second, troisiéme, quatriéme, &c., selon leurs dégrés d'éloignement. XVIII. LEÇON.

Saturne, outre ses cinq satellites, est encore entouré d'une espêce d'anneau, que la plûpart des Astronomes imaginent être formé par un amas de matiére opaque de la nature des planetes. Voyez *G H*, (*Fig. 6.*)

Toutes les planetes, tant du premier que du second ordre, différent de grosseur entr'elles : Mercure est la plus petite des planetes primitives ; il est à la terre à peu-près dans le rapport de 64. à 1000. ; & Jupiter, qui est la plus grosse de toutes, est estimé 2000. fois plus gros que la terre. (*a*)

(*a*) Quand on parle de la grosseur d'un astre, cela s'entend de sa solidité, qui est comme le cube du diamétre ; s'il s'agit de la grandeur, c'est par le diamétre qu'on en juge. Dans

XVIII. LEÇON.

J'ai dit ci-dessus que les planetes étoient à différentes distances du Soleil. Celle qui en approche le plus, c'est Mercure ; les autres en sont plus éloignées suivant cet ordre, Vénus, la Terre avec la Lune, Mars, Jupiter avec ses satellites, Saturne avec le siens & son anneau. De-là vient la distribution qu'on en fait, par rapport à la terre, en *planetes supérieures*, & *planetes inférieures*. On donne le premier nom à Saturne, à Jupiter & à Mars ; & le second à Vénus & à Mercure.

Il y a apparence que tous ces globes ont pris dans l'espace des Cieux, les places qui convenoient aux forces résultantes de leurs masses : si quelques-uns d'entr'eux paroissent déroger à cette régle (car Jupiter est plus gros que Saturne, & Mars est plus petit que la Terre,) on peut dire qu'étant d'une matiére plus ou moins compacte, leurs masses ne répondent point toujours à leurs volumes.

le cas présent, il faut dire que les diamétres de Jupiter, de la Terre, & de Mercure, sont entr'eux comme les nombres 137., 10. & 4.

Mais les masses seules n'auroient pas produit cet arrangement ; elles ont été aidées par le mouvement de circulation que les six planetes primitives ont autour du Soleil, & les dix autres autour de leurs planetes principales. XVIII. LEÇON.

Chaque planete du premier ordre tourne donc autour de l'astre central, dans un espace de tems qui est toujours le même : & si elle a un ou plusieurs satellites, ils font le même mouvement autour d'elle, dans des tems réglés & proportionnés à leurs dégrés d'éloignement : c'est-là ce qu'on appelle *révolution périodique*. La courbe rentrante qui en résulteroit dans le Ciel, si l'astre laissoit des traces de sa route, & que les Astronomes conçoivent & énoncent comme subsistante, cette courbe, dis-je, est ce qu'on appelle *orbite*.

Sur ce pied-là, il faut imaginer qu'un spectateur placé au centre de l'univers, verroit chacune des six planetes principales, s'avancer d'un mouvement presqu'uniforme de droite à gauche, & répondre successive-

XVIII. LEÇON.

ment à ces douze constellations qui forment, comme on l'a dit plus haut, le Zodiaque; car premiérement elles suivent toutes l'ordre de ces signes d'Occident en Orient; & en second lieu, leurs orbites terminent des plans qui passent par le centre du Soleil, & dont les circonférences ne s'écartent pas de l'écliptique au-delà de 8. dégrés, soit en s'abaissant au-dessous, soit en s'élevant au-dessus.

Il n'en seroit pas de même des satellites; l'Observateur n'ayant pas l'œil suffisamment élevé au-dessus des plans de leurs orbites, il les verroit aller comme en ligne droite, tantôt d'Orient en Occident, & passant devant la planete à laquelle ils appartiennent, & ensuite d'Occident en Orient, & passant derriére. (a)

Toutes ces révolutions périodiques se font dans des espaces de tems qui different beaucoup les uns des autres. Mercure employe environ trois mois à la sienne; Vénus en met un peu plus de six; la durée

(a) Voyez la raison de ces apparences, Tom. V., pag. 128. & suiv.

de

de celle de la Terre, eſt ce que nous appellons l'*année* : Mars acheve ſa révolution en deux ans ; Jupiter en douze, & Saturne en trente. (*a*) XVIII. LEÇON.

Des dix planetes ſecondaires, il n'y a que notre Lune qui ſoit connuë de tout tems ; la découverte des neuf autres eſt duë à l'Aſtronomie moderne, & à l'invention des lunettes. Galilée ſeul, en profitant le premier de ces nouveaux inſtrumens, a fait connoître les 4. de Jupiter. Celles de Saturne plus difficiles à obſerver, ont été apperçuës ſucceſſivement par différens Aſtronomes.

La révolution de la Lune autour du globe terreſtre, ſe fait en 27. jours & un tiers à peu-près : c'eſt ce qu'on nomme *le mois lunaire*. Il réſulte de ce mouvement combiné avec ceux de la terre, pluſieurs choſes très-remarquables dont je ferai mention par la ſuite : je me contenterai d'obſerver ici que toutes

(*a*) J'exprime tout ceci en nombres ronds ; pour éviter des fractions dont la plûpart de mes Lecteurs peuvent ſe paſſer, & qu'ils auroient peine à retenir.

XVIII. LEÇON.

les lunes ou satellites, changent continuellement de *phases*, (*a*) par rapport aux autres planetes, parce que leurs hémisphères illuminés, se présentent à elles, tantôt plus, tantôt moins directement; au lieu que si on les regardoit de l'endroit où est le centre du Soleil, on les verroit toujours pleines : ce qui est très-aisé à comprendre, quand on jette les yeux sur toutes les parties blanches des petites boules qui les représentent dans notre planétaire artificiel.

Les satellites, & principalement ceux de Jupiter, ont été d'un grand secours pour perfectionner la Géographie : comme les révolutions de ces petits astres s'achevent en peu de tems (car le premier satellite de Jupiter fait la sienne en 42. heures & demie à peu-près,) ils s'éclipsent très-fréquemment & très promptement en passant derriére leurs pla-

(*a*) On appelle *Phases*, les différentes figures sous lesquelles nous voyons une planete, selon qu'elle nous montre plus ou moins de sa partie éclairée; tels sont le croissan, le premier & dernier quartier, la pleine lune, &c.

netes primitives. Les immersions & émersions sont au Ciel autant de signaux, que des observateurs placés en différens endroits sur la terre, peuvent appercevoir au même instant ; & l'on conclut la distance des lieux en longitude, par la différence des heures auxquelles le même phénomène a été observé.

Supposons, par exemple, que le cercle *A B C* (*Fig.* 8.) soit l'équateur terrestre : & que deux Observateurs placés l'un en *A*, l'autre en *B*, apperçoivent le satellite *P* à l'instant qu'il commence à se cacher derriére la planete ♄. S'il est alors onze heures à la pendule du premier, & deux heures à celle du second, la différence des tems sera trois heures ; comme le Soleil par sa révolution apparente parcourt en 24. heures, les 360. dégrés de longitude qui divisent l'équateur de la terre en parties égales, les trois heures dont il s'agit, répondent à 45. de ces dégrés, & apprennent que les deux lieux où l'on a observé, sont d'autant éloignés l'un de l'autre en longitude.

Les différentes distances des six

XVIII. LEÇON.

planetes primitives au Soleil, & celles des satellites à leurs planetes principales, ne sont point en proportion avec le rang qu'elles tiennent ; c'est-à-dire, par exemple, que Jupiter qui est la 5e. planete en s'éloignant du Soleil, n'en est pas seulement cinq fois plus éloigné que Mercure, mais bien davantage, comme on le peut voir par la Figure 6e. ; & il en est de même de ses satellites, & de ceux de Saturne : chacune de ces distances n'est pas même constante pendant toute la durée d'une révolution. La planete se trouve tantôt plus près, tantôt plus loin de l'astre autour duquel elle se meut ; ce que j'expliquerai plus particuliérement par la suite. Mais entre les deux extrêmes, il y a un terme qu'on nomme *la distance moyenne ;* & c'est de celle-là dont il s'agit maintenant.

Képler a fait sur cela une découverte de la plus grande importance ; il a trouvé que les cubes de ces distances sont entr'eux comme les quarrés des tems périodiques ; de sorte que si l'on sait combien deux

Fig. 6.

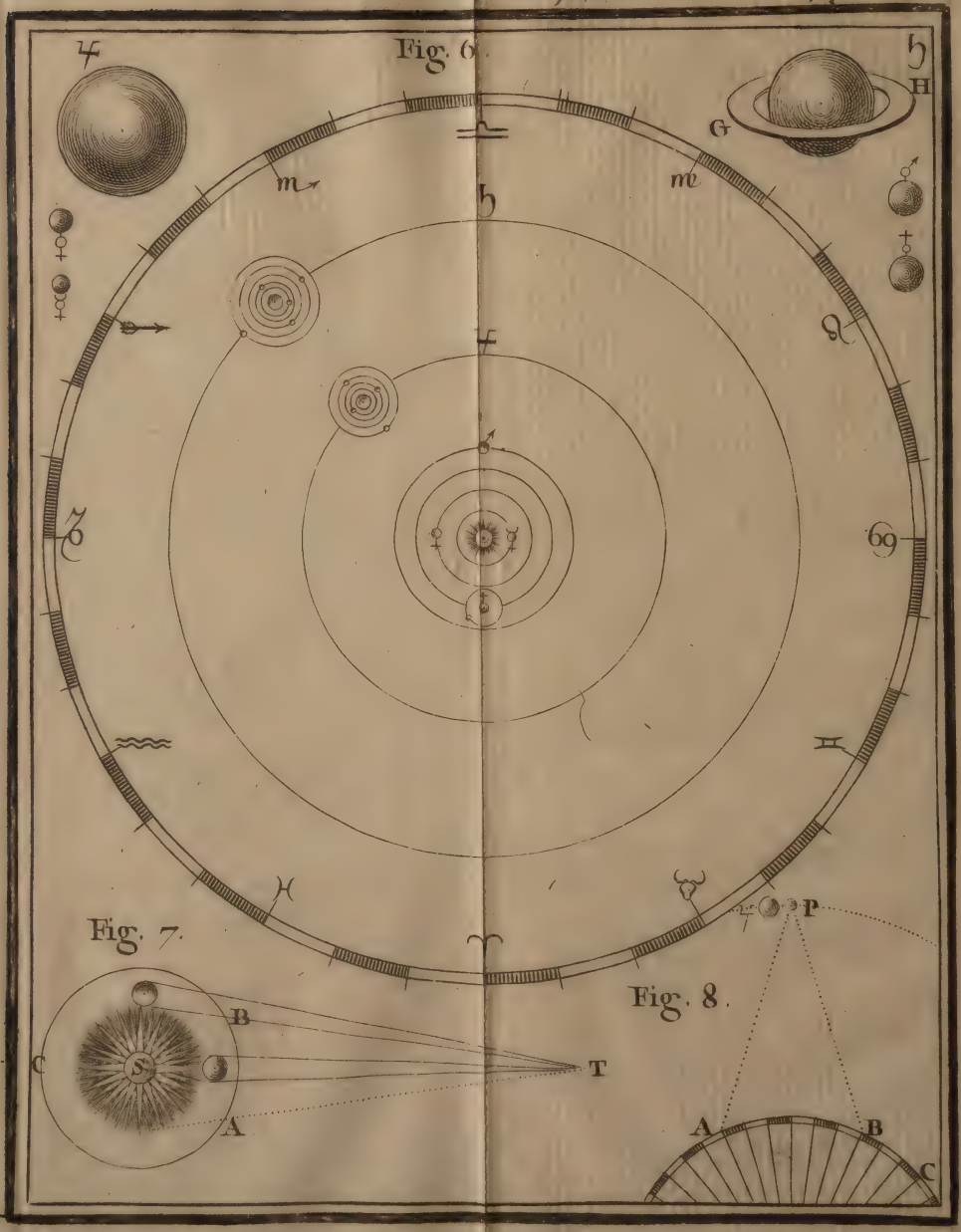


Fig. 7.

Fig. 8.

planetes mettent de tems à faire leurs révolutions, on sait aussi-tôt, par cette analogie, quelles sont leurs distances respectivement au Soleil. Cette même régle qu'il n'a d'abord établie que pour les planetes primitives, a été appliquée depuis avec le même succès à celles du second ordre.

Une planete ne se meut pas toujours avec la même vîtesse dans toutes les parties de son orbite ; plus elle se trouve près de l'astre autour duquel elle tourne, plus son mouvement est rapide ; & au contraire on remarque qu'elle ralentit sa marche à mesure qu'elle s'en éloigne davantage ; mais avec ces inégalités, il subsiste une proportion constante, entre les tems qu'elle met à parcourir les différens arcs de son orbite, & les aires triangulaires terminés par ces arcs, & par deux lignes tirées de leurs extrêmités à l'astre central ; c'est-à-dire, que le tems que la planete employe à parcourir successivement les deux arcs *B D*, & *D E*, par exemple, (*Fig.* 9.) sont entr'eux comme les aires des

XVIII. LEÇON.

deux triangles mixtilignes *B S D*, & *D S E*. C'eſt une ſeconde régle aſtronomique dont on a encore l'obligation à Képler, & dont on a fait un grand uſage.

Outre la révolution que chaque planete du premier ou du ſecond ordre fait autour de ſon aſtre central, il eſt à préſumer que toutes ont encore un mouvement de rotation autour de leurs axes; ce qui fait qu'elles ont, comme la terre, toutes les parties de leurs ſurfaces ſucceſſivement expoſées à l'action du Soleil; la plûpart ont des taches qui ont donné lieu d'obſerver ce mouvement, & d'en déterminer la durée; ainſi, de même que notre jour eſt de 24. heures, celui de Vénus eſt de 23.; celui de Mars, de 24. deux tiers; celui de Jupiter, de 10. ou à peu-près; Mercure, parce qu'il eſt très-près du Soleil, eſt ſi fort illuminé; & Saturne, à cauſe de ſon grand éloignement, l'eſt ſi peu, que leurs taches, s'ils en ont, échappent aux Obſervateurs, ou ne ſe montrent point aſſez pour les mettre en état de vérifier leur mouvement de ro-

tation ; on peut conclure par analogie qu'ils en ont un.

XVIII. LEÇON.

Celui de notre Lune eſt très-lent, en comparaiſon de ceux dont je viens de faire mention. Ils ne s'achevent qu'en 27. jours & environ $\frac{1}{3}$, & comme elle met préciſément ce tems-là pour tourner autour de la terre, il arrive de cet accord, que nous voyons toujours la même partie de ſa ſurface, comme je le ferai voir plus particuliérement dans un autre endroit : on remarque ſeulement par ſes taches, qu'elle fait une eſpêce de balancement que les Aſtronomes ont nommé *libration.*

Puiſque chaque planete a ſa marche particuliére, & que les unes mettent plus de tems que les autres à faire leurs révolutions, on doit comprendre que tous ces aſtres changent continuellement de poſitions reſpectives : tels qui ſe trouvent aujourdhui ſur la même ligne avec le Soleil, figureront tout autrement avec lui dans un autre tems ; d'autres qui répondent enſemble à la même conſtellation dans le Ciel, en auront enſuite trois ou quatre entr'eux :

XVIII. LEÇON.

ce sont ces différentes positions des planetes qu'on appelle *aspects*, & qu'on distingue par des noms propres. Je vais rendre cela sensible par un exemple.

SECONDE OPERATION.

OTEZ la piéce *A*; prenez dans le coffret celle qui est marquée *B*, & celle qui est marquée *C*, lesquelles sont représentées par la *fig.* 10., & désignées par les mêmes lettres. Ajustez la tige de la premiére au canon extérieur 3., qui est au centre de la platine bleuë, & celle de la seconde au canon intérieur 2., ayant soin que les deux petites boules, dont l'une représente la Terre, & l'autre la planete de Mars, se trouvent sur une même ligne entre le cercle de l'écliptique, & le centre de la grande platine, où vous placerez une boule dorée qui est dans le coffret, & qui doit représenter le Soleil. Faites tourner les deux canons, 2. & 3. avec la manivelle, comme il a été dit à la page 10.

Vous pouvez remarquer, 1°., que le petit globe qui représente la Terre,

Terre, va une fois plus vîte que l'autre qui tient la place de Mars, faisant deux révolutions contre lui une. XVIII. LEÇON.

2°. Que dans chaque révolution entiére de la Terre, ces deux corps changent continuellement de position respective, répondant tous deux quelquefois au même point du Zodiaque, & plus souvent à différens points plus ou moins éloignés les uns des autres.

APPLICATIONS.

IL est aisé de comprendre par cet exemple, que si l'on faisoit ainsi mouvoir ensemble toutes les boules qui représentent les planetes primitives, en observant que chacune fît sa révolution dans l'espace de tems qui lui convient, on les verroit changer d'aspects, comme on vient de le voir faire à la Terre & à Mars. Mercure auroit fait quatre révolutions, & Vénus presque deux avant que la Terre en eût achevé une; & lorsque celle-ci auroit fini la sienne, Jupiter n'auroit encore parcouru que la douziéme, & Saturne la trentiéme partie de son orbite.

XVIII. LEÇON.

Quand deux planetes répondent au même point du Zodiaque, cet aspect s'appelle *conjonction*, & se désigne par cette marque ☌.

Quand elles sont opposées l'une à l'autre de la moitié du Zodiaque ou de six signes, cela s'appelle *opposition*, & s'exprime ordinairement par cette marque ☍.

Et lorsqu'elles répondent à différens points du Zodiaque qui comprennent entr'eux 2., 3., 4. signes, &c., on fait connoître leur aspect par le mot *opposition*, ou par la marque ☍, en ajoutant le nombre des signes ou des dégrés en longitude du Zodiaque qui sont interceptés entre les deux lieux du Ciel auxquels elles répondent. On dit, par exemple, Jupiter & Mars sont en opposition de 2., de 3., de 4. signes, &c.

Phases des Planetes.

SI L'ON étoit placé au centre de l'univers, à l'endroit même qu'occupe le Soleil, pour observer les planetes, on les verroit toujours comme des disques lumineux & bien arrondis, parce qu'on découvriroit tout l'hémisphère illuminé de chacune d'elles, comme nous voyons

la pleine Lune ; mais si l'on suppose le Spectateur placé sur la terre, il pourra arriver que les hémisphères éclairés par le Soleil, ne soient pas tout entiers tournés vers lui ; & alors n'en appercevant qu'une partie, il verra la planete sous la figure d'un croissant ou d'un quartier de Lune ; & c'est ce qu'on remarque très bien en observant Vénus avec un télescope, parce que cette planete est assez grande, & assez près de nous pour avoir ces différentes phases sensibles, & parce que n'embrassant point la terre dans sa révolution, elle lui dérobe totalement sa partie éclairée, en passant entr'elle & le Soleil, & ne la lui découvre que peu à peu, à mesure qu'elle s'éloigne d'elle en avançant dans son orbite. Voyez *la Figure* 11.

On remarqueroit la même chose à l'égard de Mercure, s'il étoit plus gros, & qu'il ne fût pas si voisin du Soleil ; mais quand il s'éloigne assez de cet astre pour qu'on puisse observer sa figure, tout ce qu'on peut découvrir, c'est qu'il n'est pas bien rond ; & cela prouve qu'on ne voit

XVIII. LEÇON.

point alors toute sa partie éclairée; car on sait d'ailleurs (*a*) que cette planete est à peu-près sphérique comme les autres.

Chaque Planete n'est pas toujours à égale distance de son Astre central.

J'AI déjà dit plus haut que la distance d'une planete primitive au Soleil, comme celle d'un satellite à sa planete principale, n'est pas constante, & qu'elle est tantôt plus petite, tantôt plus grande dans le cours d'une même révolution : il est tems maintenant d'en dire la raison. C'est que, comme l'a pensé Képler, & comme tous les Astronomes l'ont reconnu depuis, chaque planete, tant du premier que du second ordre, se meut dans un orbite, qui n'est point un cercle excentrique à cet astre; mais un ellipse (*b*) qui a le Soleil à l'un de ses foyers. Voyez *la Figure 9.* & l'opération suivante du planétaire.

(*a*) Quand Mercure se trouve directement entre le Soleil & la Terre, ce qui arrive rarement, il paroît alors comme une tache noire & ronde; ce qui fait connoître que c'est un corps sphérique.

(*b*) Il faut lire ce que j'ai dit de l'Ellipse en parlant des forces centrales, tom. 2. pag. 96.

TROISIEME OPERATION. XVIII. LEÇON.

OTEZ les deux piéces *B* & *C*; mettez au gros canon 3., celle qui eſt marquée *E*, la tige ou le pivot de la petite poulie *G* dans un trou marqué de la même lettre près du centre de la platine bleuë; & faites en ſorte que la corde ſans fin embraſſe d'une part cette petite poulie, & de l'autre le barillet *F* qui eſt à l'extrêmité de la tige qui porte la planete, comme il eſt repréſenté par la *Figure* 12.; & mettez en ſa place la boule dorée qui repréſente le Soleil.

Si vous tournez la manivelle, vous verrez que la planete en s'approchant, & enſuite en s'éloignant du Soleil, par des quantités ſymmétriques, décrit une courbe rentrante qui n'eſt point un cercle, mais une ellipſe peu allongée, dont la boule, qui repréſente le Soleil, occupe l'un des foyers.

APPLICATIONS.

VOUS apprendrez, par cet exemple, que toutes les orbites des planetes ſont des ellipſes peu différentes du Figure des orbites des Planetes.

XVIII. LEÇON.

cercle, & que l'aſtre autour duquel chacune d'elles fait ſa révolution, occupant, non pas le centre, mais l'un des foyers de cette courbe, s'en éloigne d'une quantité aſſez conſidérable, & s'en rapproche de même : on appelle *excentricité* la diſtance qu'il y a entre le centre *C* de l'ellipſe, (*fig.* 9.,) & celui des foyers qu'occupe le Soleil ou la planete principale.

Le lieu de l'orbite *A*, (*fig.* 9.,) où une planete ſe trouve le plus loin qu'elle puiſſe être du Soleil, s'appelle *l'aphélie*; & celui où elle en eſt le plus près, comme *P*, ſe nomme *périhélie*. Les deux points de part & d'autre comme *E G*, qui tiennent le milieu entre les deux extrêmes, on les appelle *moyennes diſtances*.

Les planetes du ſecond ordre ont auſſi chacune leur aphélie & périhélie, qui ſont de même une ſuite néceſſaire de l'ellipticité de leur orbite.

Mais par la même raiſon que les planetes du premier ordre s'éloignent & ſe rapprochent du Soleil, celles du ſecond ordre ſe trouvent dans un tems plus près, dans un autre

tems plus loin de leurs planetes principales. Comme la Terre, par exemple, a son aphélie & son périhélie, de même la Lune a son *apogée* & son *périgée*. On pourroit dire aussi d'un satellite de Jupiter, qu'il est dans son *apojove*, ou dans son *périjove*, *&c.*

XVIII. LEÇON.

Ces deux points de l'orbite *A* & *P*, que la planete n'outre-passe point, tant pour s'éloigner, que pour s'approcher de l'astre qu'elle entoure par sa révolution, se nomment en général *les apsides*; & la ligne qui les joint, s'appelle *la ligne des apsides*, ou *le grand axe de l'orbite.*

La distance est une chose commune aux deux termes qu'elle sépare; ainsi quand une planete est dans son aphélie, réciproquement le Soleil est le plus loin d'elle qu'il puisse être; & de même il en est le plus près, quand cette planete est dans le périhélie: le Soleil est donc dans son périgée quand la Terre est dans le périhélie; & quand celle-ci est dans l'aphélie, le Soleil est dans l'apogée.

Grandeur apparente des Astres.

Nous jugeons les objets plus

XVIII. LEÇON.

grands, quand nous les voyons de plus près; & ils nous paroiſſent plus petits quand nous les regardons de plus loin. Puiſque les planetes ne ſont pas toujours à égale diſtance du Soleil, ni de la Terre, on doit penſer que de l'un ou de l'autre de ces lieux, on ne doit pas les voir conſtamment de la même grandeur, & cela eſt ſenſible pour nous à l'égard du Soleil & de la Lune; voilà pourquoi les Aſtronomes diſtinguent ſoigneuſement le diſque apparent de l'un ou de l'autre aſtre, rélativement aux circonſtances dans leſquelles on l'obſerve; & nous verrons ci-après qu'il en réſulte des effets remarquables dans les éclipſes.

Irrégularités dans la marche des Planetes.

QUAND on ſuppoſeroit un Obſervateur placé au Soleil, pour examiner la marche d'une planete pendant tout le tems d'une de ſes révolutions, il ne la verroit point aller d'un pas égal; c'eſt-à-dire, que dans des tems égaux, il ne lui verroit point parcourir des arcs égaux du Ciel étoilé: premiérement, parce que, comme nous l'avons déjà dit, le

mouvement des planetes se ralentit à mesure qu'elles s'éloignent davantage de leur astre central ; secondement, parce que décrivant des ellipses, qui ont le Soleil à l'un de leurs foyers, elles ont plus de chemin à faire pour parcourir la partie du Zodiaque *A B C*, que l'autre *C D A*, (*fig.* 13.)

Mais si on les voit de la Terre, elles ont un mouvement qui paroît encore bien plus irrégulier : tantôt la planete qu'on observe, au lieu d'aller selon l'ordre des signes, (ce qui s'appelle être *directe*,) paroît aller dans le sens contraire, & l'on dit qu'elle est *rétrograde* ; tantôt on diroit qu'elle sejourne vis-à-vis le même point du Ciel, & les Astronomes disent alors qu'elle est *stationnaire* : on voit augmenter sa vîtesse jusqu'à un certain point ; d'autres fois on la voit diminuer de même. Toutes ces irrégularités qu'on nomme *secondes inégalités des planetes*, ne sont que des apparences, & non pas des réalités. Cela vient de ce que la Terre d'où nous observons, n'est pas fixe, & de ce qu'elle n'est pas

au centre de la révolution de la pla-
XVIII. LEÇON. nete : rendons ceci sensible.

QUATRIEME OPERATION.

OTEZ les piéces de la précédente opération ; remettez celle de la seconde & la boule dorée au centre ; prenez dans le coffret une grande aiguille qui a deux pivots ; placez dans la tige de *Mars* celui qui est fixé à peu près au tiers de la longueur de l'aiguille, & dans la tige de *la Terre*, celui qui est terminé par un anneau dans lequel l'aiguille peut glisser. Ayez soin que les deux planetes soient en conjonction vis-à-vis un endroit quelconque du Zodiaque, par exemple, vis-à-vis du 1er. dégré de la balance, comme il est représenté par la *Figure* 14. Tournez ensuite la manivelle jusqu'à ce que la Terre ait fait une révolution entiére.

Vous observerez, 1°., que quand les deux planetes sont en conjonction & en opposition, l'aiguille qui passe alors par le centre du planétaire où est placé le Soleil, marque au Zodiaque le signe, vis-à-vis du-

quel se trouve alors la planete de Mars :

2°. Que dans toutes les autres positions, le bout de l'aiguille, qui parcourt le Zodiaque, est plus ou moins avancé que la planete :

3°. Que quand la Terre & Mars approchent de leur conjonction, le mouvement de l'aiguille commence à se faire en sens contraire de celui de Mars :

4°. Que quand la conjonction s'acheve, & un peu après, le mouvement de l'aiguille se fait sensiblement contre l'ordre des signes, & en rétrogradant.

APPLICATIONS.

Si l'on considére l'aiguille comme le rayon visuel de l'Observateur placé sur la Terre, on voit tout d'un coup que, dans les conjonctions & dans les oppositions seulement, le vrai lieu, & le lieu apparent de la planete observée ne sont qu'un, parce que dans ces deux circonstances, ce rayon visuel procéde, comme s'il venoit du centre de l'univers, où il conviendroit d'ê-

XVIII. LEÇON.

tre pour voir toujours l'astre en son vrai lieu.

Après la conjonction, comme la Terre avance plus vîte que la planete de Mars qui nous sert ici d'exemple, le rayon visuel de l'Observateur aboutit à un point du Zodiaque moins avancé dans l'ordre des signes que celui où répond réellement l'astre ; & la différence entre son vrai lieu & son lieu apparent, va toujours en augmentant, jusqu'à ce que la Terre & lui soient en opposition de trois signes, ou du quart du Zodiaque ; ainsi depuis la conjonction jusqu'à ce terme-là, le mouvement de la planete paroît retarder de plus en plus.

Ensuite l'arc de différence entre le vrai lieu & le lieu apparent, va toujours en diminuant jusqu'à l'opposition directe, où il devient nul, comme on le peut voir par le mouvement de l'aiguille. Ainsi la planete qui avoit paru retarder de plus en plus, jusqu'à ce que la Terre & elle fussent opposées de trois signes, semble retarder après cela de moins en moins jusqu'à l'opposition de six signes.

La Terre recommençant alors une seconde révolution, tandis que Mars n'eſt encore qu'au milieu de la ſienne, on voit que le rayon viſuel de l'Obſervateur (toujours repréſenté par la grande aiguille) précéde la planete dans les ſix autres ſignes du Zodiaque, & la fait juger plus avancée qu'elle ne l'eſt réellement : & cette apparence après avoir été en augmentant pendant trois ſignes, diminuë de même pendant les trois derniers ; de ſorte qu'après deux révolutions entiéres de la Terre, Mars & elle ſe retrouvent en conjonction. XVIII. LEÇON.

Mais il eſt à remarquer, & l'aiguille l'indique ſenſiblement, qu'aux approches de la conjonction, le rayon viſuel de l'Obſervateur retrograde autant que la planete obſervée avance, ce qui la fait paroître ſtationnaire pendant un certain eſpace de tems. Et bientôt après le mouvement de la Terre l'emportant de vîteſſe ſur celui de Mars, & le rayon viſuel retournant en arriere, plus que la planete ne chemine en avant ou ſelon l'ordre des ſignes, il arrive que celui-ci paroît retrograde

XVIII. LEÇON.

de la quantité dont le premier de ces deux mouvemens surpasse l'autre.

On voit donc par cette 4e. opération du planétaire, comment on peut rendre raison des accélérations, retardemens, stations & rétrogradations des planetes observées de la Terre, en considérant que le Spectateur est continuellement emporté d'un lieu dans un autre par une révolution qui se fait en plus ou en moins de tems que celle de la planete qu'il observe; ce qui la lui fait voir souvent où elle n'est pas; & en faisant attention que les apparences résultent non-seulement du mouvement propre de cette planete, mais de celui-ci combiné avec celui de la Terre où est placé l'Observateur.

Hypothèse de Ptolomée sur le mouvement des Planetes.

PTOLOMÉE n'en étoit pas quitte à si peu de fraix pour expliquer ces sortes d'irrégularités; il étoit obligé de recourir à des suppositions ingénieuses à la vérité, mais qui dérogent beaucoup à cette simplicité que nous reconnoissons dans toutes les opérations de la nature, quand nous sommes assez heu-

Fig. 9.

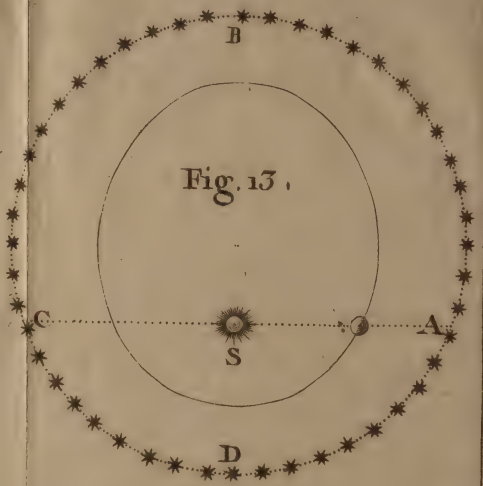


Fig. 13.

Fig. 10.

Grande Plutine Bleue

Fig. 12.

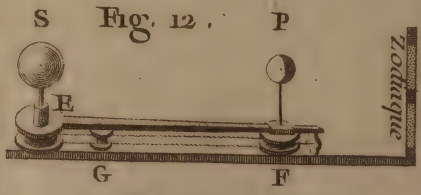


Fig. 14.

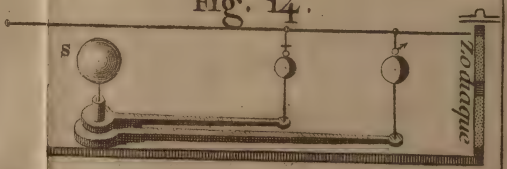


Fig. 11.

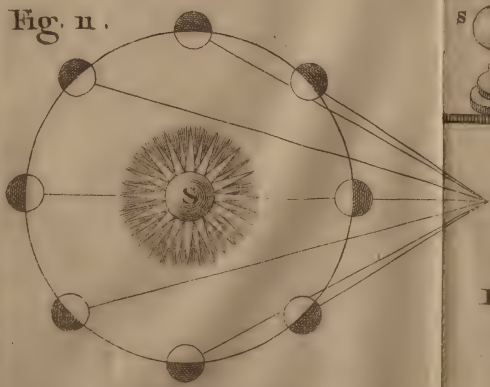
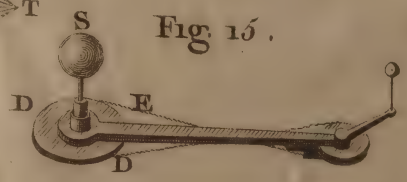


Fig. 15.



reux pour découvrir son secret. On ne sera peut-être pas faché d'apprendre comment ce célèbre Astronome avoit imaginé que les planetes, dans le cours de leurs révolutions, devenoient accélérantes, retardantes, stationnaires, rétrogrades, &c. J'en vais donner une légere idée par l'opération suivante.

CINQUIEME OPERATION.

AYANT enlevé les piéces de l'opération précédente, mettez la poulie *D D* au centre de la platine bleuë, en faisant entrer les deux pivots dans les trous marqués des mêmes lettres. Ajustez au canon extérieur 3., la piéce *F*, ayant soin que la corde sans fin soit croisée, & qu'elle embrasse d'une part la poulie *D D*, & de l'autre part celle qui est à l'extrêmité de la tige qui porte la planete, comme on le peut voir par la *Figure* 15. Imaginez de plus que la Terre ou l'Observateur est au centre du planétaire *S*, & que la planete est illuminée.

Tournez la manivelle pour faire avancer la tige qui porte le petit

globe, vous verrez qu'il décrit dans son orbite une espèce de courbe, (*fig.* 16.,) qu'on nomme *épicycloïde*, laquelle étant supposée, on peut, jusqu'à un certain point, rendre raison de ces irrégularités qu'on observe dans les révolutions de planetes.

XVIII. LEÇON.

APPLICATIONS.

LORSQUE la planete est dans la partie supérieure de son épicycloïde en *A*, par exemple, elle se meut suivant l'ordre des signes du Zodiaque, comme si elle étoit uniquement transportée par le rayon $T A$. Mais le mouvement d'épicycloïde venant à se joindre au mouvement direct, la fait avancer en *B*, en *C*, en *D*, &c., c'est-à-dire, plus qu'elle ne feroit, si elle n'avoit que le dernier de ces deux mouvemens : c'est ainsi qu'on peut expliquer ces accélérations.

Vers la partie inférieure *E*, le mouvement d'épicycloïde n'ajoute presque plus rien au mouvement direct, parce que sa direction n'est plus selon l'ordre des signes, mais presque parallele au rayon $F T$ de l'orbite,

bite, & cela rend raison des retardemens de la planete. Vers F, le mouvement d'épicycloïde commence à se faire en sens contraire du mouvement direct; d'abord l'un compense justement l'autre, & par cette raison, le Spectateur placé en T, voit l'astre pendant quelque tems au même lieu du Ciel, & le juge stationnaire. XVIII. LEÇON.

Enfin le mouvement d'F en G, devenant plus rapide que le mouvement direct, fait plus que compenser celui-ci; & par l'excès de l'un sur l'autre, la planete se meut pendant quelque tems contre l'ordre des signes, & devient rétrograde.

Cette maniére d'expliquer les irrégularités des planetes est tout-à-fait ingénieuse; c'est dommage qu'elle manque de cette simplicité qui caractérise tout ce que fait la nature, & qui exige que nous donnions la préférence aux hypothèses qui s'en écartent le moins. A ce titre les explications de Ptolomée doivent le céder à celles de Copernic, qui ne suppose rien que l'instabilité de l'Observateur causée par le mouve-

XVIII. LEÇON.

ment de la Terre autour du Soleil, mouvement indiqué par l'exemple des autres planetes, & constaté de nos jours par les preuves les plus décisives.

Pourquoi les Planetes ne s'éclipsent que rarement dans leurs oppositions & conjonctions.

QUAND on pense que toutes les planetes, tant du premier que du second ordre, font leurs révolutions les unes plus promptement que les autres; non-seulement on doit conclure qu'elles changent continuellement d'aspects entr'elles, comme nous l'avons remarqué plus haut; mais une conséquence qui se présente encore naturellement à l'esprit, c'est que dans le tems des conjonctions, celle qui passe plus près du Soleil, doit couvrir de son ombre & éclipser la plus éloignée; & c'est effectivement ce qui ne manqueroit pas d'arriver, si toutes les orbites étoient dans un seul & même plan: car alors les planetes, en les parcourant, passeroient à coup sûr les unes devant les autres, & causeroient autant d'éclipses. Mais la sagesse du Créateur y a pourvu: de toutes les orbites il n'y en a pas deux qui soient en même plan. Elles sont toutes plus ou

moins inclinées les unes aux autres, de maniére que quand deux planetes paſſent l'une devant l'autre, il arrive preſque toujours que la plus éloignée reçoit les rayons du Soleil qui viennent par-deſſus ou par-deſſous celle qui paſſe entre cet aſtre & elle : vous verrez ceci d'une maniére ſenſible, en faiſant ce qui ſuit.

SIXIEME OPERATION.

APRE'S avoir ôté ce qui a ſervi dans l'opération précédente, prenez dans le coffret un cercle de cuivre qui a deux piliers *H*, *H*, (*fig.* 17. 3) placez leurs pivots dans les trous marqués des mêmes lettres ſur la grande platine, & rendez les bords du cercle paralléles à l'écliptique. Ajuſtez la piéce 1. au canon extérieur 3., & remettez la groſſe boule dorée au centre pour repréſenter le Soleil, comme dans la *Figure*.

Si vous tournez la manivelle juſqu'à ce que la tige qui porte la petite boule ait fait un tour entier, vous obſerverez que le bout qui eſt tourné vers le Zodiaque, décrit préciſément l'écliptique, & que la pe-

XVIII. LEÇON.

tite boule T qui représente ici la Terre, parcourt une orbite qui est dans le plan de ce même cercle.

Inclinez ensuite le cercle de cuivre d'une médiocre quantité, au plan de l'écliptique, (*fig.* 18.,) & tournez de nouveau la manivelle.

Vous observerez que le bout de la tige qui porte la boule P, décrit un cercle qui coupe obliquement celui de l'écliptique en deux points diamétralement opposés; ce qui fait que cette boule, qu'on doit prendre ici pour toute autre planete que la Terre, répond à des endroits du Zodiaque, tantôt plus haut, tantôt plus bas que l'écliptique.

APPLICATIONS.

Orbites des Planetes inclinées plus ou moins les unes que les autres au plan de l'écliptique.

ON peut voir, par cette opération, comment toutes les planetes (en exceptant la Terre) ont des orbites plus ou moins inclinées au plan de l'écliptique; chacune d'elles, pendant sa révolution, s'abaisse donc d'une certaine quantité au-dessous de cette ligne, pour remonter ensuite d'autant au-dessus: ce sont ces écartemens de part & d'autre qu'on nom-

me *latitude* des planetes ; plus ces latitudes sont différentes lorsque les planetes passent les unes devant les autres, moins celles-ci courent risque de s'éclipser.

On nomme *latitude septentrionale* celle que prend une planete dans la partie du Zodiaque, appartenant à l'hémisphère boréal ; & *latitude méridionale*, celle qu'elle a dans la partie de cette même Zone qui dépend de l'hémisphère austral. Or il arrive souvent que de deux planetes qui sont en conjonction, l'une est au-dessus, l'autre au-dessous de l'écliptique, avec une certaine latitude ; elles sont encore moins dans le cas de l'éclipse.

Quoique les orbites soient diversement inclinées entr'elles & au plan de l'écliptique, elles ont cela de commun, qu'elles coupent cette ligne circulaire en deux points diamétralement opposés, qu'on appelle *les nœuds*. Et comme chaque planete, en parcourant son orbite, se trouve dans un de ses nœuds, en passant de la partie inférieure du Zodiaque à la partie supérieure, &

Nœuds des Orbites.

XVIII. LEÇON.

dans l'autre, en retournant de celle-ci dans celle-là, on a nommé le premier *nœud ascendant*, & le second *nœud descendant*, & l'on appelle *ligne des nœuds*, celle qui aboutit de l'un à l'autre en traversant l'orbite.

A l'exception de la Lune, toutes les autres planetes ont des orbites fixes; c'est-à-dire, que chacun de ces astres, en faisant ses révolutions périodiques, coupe toujours l'écliptique aux mêmes points, en montant & en descendant, & que ses plus grandes latitudes septentrionale & méridionale, sont constamment aux mêmes endroits du Zodiaque; ou si ces 4. points sont sujets à quelques variations, elles sont si peu considérables qu'on peut les négliger ici.

Cometes. Leur nature.

OUTRE les six planetes primitives qui tournent autour du Soleil, & que nous ne perdons point de vûë, pour ainsi dire, il paroît de tems en tems au Ciel d'autres astres qu'on croit être de même nature qu'elles, mais qui se montrent sous une forme différente, & pour peu de tems.

Ces corps, que l'on nomme *Co-*

metes, ne ſont pas des météores, comme on l'a cru d'abord, & comme quelques Auteurs l'ont prétendu depuis ; il eſt prouvé d'une maniére inconteſtable, qu'ils ſont toujours plus élevés que la Lune, & par conſéquent bien au-delà de notre atmoſphère. Ils ne deviennent viſibles pour nous, que quand la partie de leur ſurface, qui eſt illuminée par le Soleil, eſt aſſez proche pour être apperçuë de la Terre ; & pluſieurs d'entr'eux ont paſſé ſi près de cet aſtre, que s'ils n'euſſent été bien compactes & bien ſolides, ils euſſent été immanquablement conſumés par la chaleur exceſſive qu'ils ont dû éprouver.

XVIII. LEÇON.

Leurs figures.

LA partie la plus lumineuſe d'une comete, eſt ordinairement enveloppée d'une eſpêce d'atmoſphère moins brillante : pour diſtinguer ces deux parties l'une de l'autre, on appelle la premiére *le Noyau*, & la ſeconde *la Chevelure* ; de-là vient le nom de *Comete*, c'eſt-à-dire, aſtre chevelu. (*a*)

La comete ordinairement traîne encore après elle une queuë lumi-

(*a*) Du mot Latin *Coma*, qui ſignifie chevelure.

XVIII. LEÇON.

neuse, qui est quelquefois très-longue, toujours opposée au Soleil, & qu'on croit être une vapeur occasionnée par la chaleur de cet astre; car on remarque que cette queuë augmente & diminuë, suivant que la comete se trouve plus ou moins près de lui.

La rareté de leurs apparitions.

POUR expliquer les rares apparitions des cometes, les Astronomes ont imaginé qu'elles faisoient leurs révolutions dans des ellipses fort alongées. Le Soleil occupant l'un des foyers, comme aux orbites des planetes, on peut comprendre par la seule inspection de la figure 19., pourquoi ces astres sont si long-tems à reparoître dans notre système planétaire; car premiérement la partie *A B C* leur donne bien plus de chemin à faire, que la petite portion qui embrasse de plus près le Soleil. Et en second lieu l'analogie des autres mouvemens célestes nous porte à croire qu'elles ralentissent leurs marches en s'éloignant de cet astre, comme elles l'accélerent à mesure qu'elles s'en approchent.

Il n'en est pas des orbites des cometes

XVIII. LEÇON. Aberrations de leurs orbites par rapport à l'Ecliptique.

cometes comme de celles des planetes ; celles-ci ne s'écartent point de l'écliptique au-delà de sept à huit dégrés ; la largeur du Zodiaque les contient toutes, & suffit à leur plus grande latitude ; au lieu que ces ellipses ou paraboles, que décrivent les cometes par leurs révolutions périodiques, se portent vers des parties du Ciel fort différentes les unes des autres, soit dans l'hémisphère septentrional, soit dans l'hémisphère méridional.

Leurs retrogradations par rapport aux signes du Zodiaque.

Il est à remarquer aussi que ces astres diffèrent encore des planetes en ce qu'ils ne marchent pas toujours comme elles, selon l'ordre des signes, c'est-à-dire, d'Occident en Orient ; mais souvent on leur voit tenir une route toute opposée ; au lieu du mouvement direct, ils ont celui qu'on nomme *rétrograde*.

Sénéque avoit raison de dire (*a*) avec plusieurs Philosophes de la plus haute antiquité, que les cometes ne sont point des feux accidentels & passagers, mais de véritables astres

(*a*) Questions Naturelles, Liv. 7., Chap. II.

XVIII. LEÇON.

aussi permanents que les autres, & qu'un jour viendroit que le secret de la nature, à l'égard de ces phénomènes, seroit enfin dévoilé. Cette prédiction s'accomplit de nos jours; Halley faisant usage de la théorie de Newton, osa le premier prédire pour l'année 1757. ou 1758., le retour de la comete qui avoit paru en 1682.; MM. Clairaut & d'Alembert, par des méthodes plus sûres, & par des théories plus approfondies, ont annoncé la même chose avec une précision que l'événement a justifiée: cette comete fut apperçuë à Paris le 21. Janvier 1759.

Prédictions de leurs retours vérifiées.

Ces feux célestes dont la forme extraordinaire & l'apparition imprévuë faisoit naître ci-devant la terreur ou la joye, suivant les affections ou le caprice de ceux qui cherchoient à les interpréter, doivent donc être regardés aujourdhui par tout le monde, comme des astres dont le cours est assujetti à des loix constantes, & qui n'influent pas plus sur nos affaires que Jupiter ou Saturne.

Fig. 16.

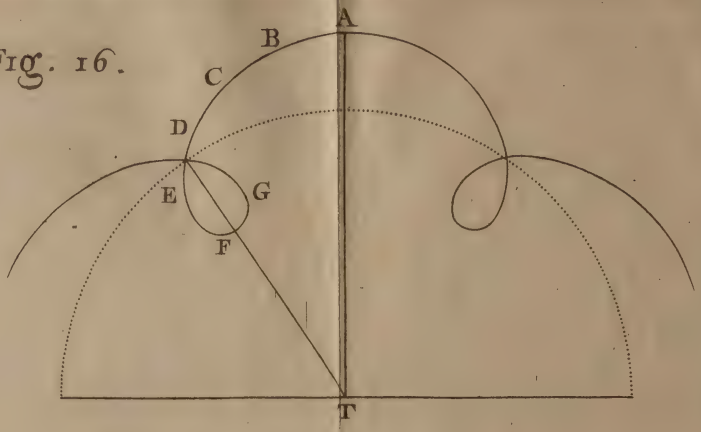


Fig. 18.

Fig. 17

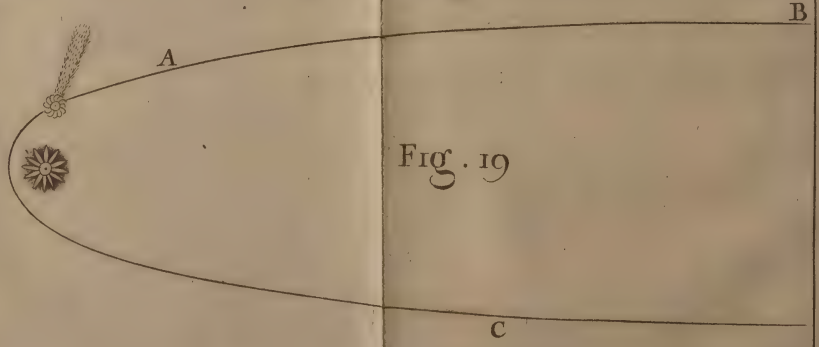


Fig. 19

XVIII. LEÇON.

II. SECTION.

Où l'on fait connoître plus particuliérement les mouvemens du Soleil, de la Terre & de la Lune, avec les Phénomènes qui en réſultent.

LE GLOBE terreſtre eſt notre habitation ; le Soleil & la Lune ſont les deux principaux luminaires qui répandent la clarté ſur tous les objets qu'il nous importe de connoître, & qui vivifient par une douce chaleur, ce qui doit s'engendrer, croître & mûrir pour ſatisfaire à nos beſoins : le cours de ces deux aſtres meſure les tems qui partagent notre vie, & qui réglent nos actions. Tous ces titres, & tant d'autres qu'il ſeroit ſuperflu de rappeller ici, ſemblent exiger de nous une attention particuliére pour ces trois corps ; ainſi je vais reprendre & continuer les opérations du Planétaire.

XVIII. LEÇON.

SEPTIEME OPERATION.

IL faut faire descendre la tige de la manivelle par les trous qui traversent les grands cercles au signe du Bélier, pour saisir le quarré d'acier qui excéde un peu le plan du second de ces cercles.

Prenez ensuite dans le coffret un petit globle terrestre, armé d'un méridien & d'un horizon de cuivre; & dont l'axe prolongé au-delà du pole antarctique, tourne librement dans le milieu d'une espêce de cadran divisé en 24. parties égales, & sous lequel est une rouë dentée.

Faites entrer cette rouë, qui est percée au centre, sur une tige d'acier qui excéde le plan du cercle lunaire.

Faites tourner la platine bleuë jusqu'à ce que le globe terrestre réponde au premier dégré du Capricorne, & tournez le petit cadran au centre duquel est implanté son axe, de maniére que l'hémisphère austral réponde à ce même point du Zodiaque.

Ayez soin d'incliner aussi le petit

horizon suivant le dégré de latitude d'un lieu quelconque, par exemple, de Paris.

Mettez le globe doré qui représente le Soleil au centre du planétaire : faites passer dans un trou qui traverse diamétralement cette boule, une aiguille de cuivre que vous trouverez dans le coffret, & qui a un support marqué *K*, dont il faudra enfoncer le pivot dans un trou désigné par la même lettre sur la platine : voyez *la Figure* 20. qui représente toutes ces piéces ensemble ; la grande platine étant représentée par son diamétre *A A*, & les deux parties diamétralement opposées du Zodiaque par les deux lignes *A B*, *A D*.

Il faut de plus imaginer que les grands cercles qui représentent le Zodiaque ou le Ciel étoilé, sont tellement aggrandis, que la distance qu'il y a entre le globe terrestre *T* & la boule dorée *S*, soit presque nulle, & qu'on puisse regarder la Terre comme étant sensiblement au centre de la machine.

Tout étant ainsi disposé, si vous

XVIII. LEÇON.

faites faire à la Terre un tour entier sur son axe d'Occident en Orient, vous pourrez observer, 1°. que l'aiguille qui vient de la boule dorée, & qui représente un rayon central du Soleil, trace sur le globe terrestre un cercle qui est celui qu'on nomme *le tropique du Cancer*; & que le bout de l'aiguille parcourt d'Orient en Occident les différens points de ce cercle.

2°. Que l'horizon coupe obliquement ce cercle en deux parties inégales, dont la plus grande est au-dessus & l'autre au-dessous.

3°. Que si l'on change la position de l'horizon, ces deux parties du cercle tracé par l'aiguille, diffèrent d'autant moins de grandeur entr'elles, que les bords de l'horizon s'approchent davantage des poles du globe; de sorte que quand ils passent précisément par ces deux points le cercle dont il s'agit, est divisé en deux parties parfaitement égales.

4°. Que si au contraire on approche l'horison de l'équateur, de maniére qu'il soit contenu entre les deux tropiques du Cancer & du Capri-

corne, le cercle tracé par l'aiguille se trouve tout entier au-dessus.

APPLICATIONS.

Figure de la Terre.

LA TERRE est un corps sphérique, ou à peu-près. (*a*) L'on n'en peut pas douter quand on considére que les différentes parties de sa surface ne reçoivent que successivement la lumiére du Soleil; car si elle étoit plane, tous les peuples qui l'habitent appercevroient cet astre & tous les autres en même tems, comme une chandelle allumée qu'on éleve au bord d'une table, devient visible aussi-tôt d'un bout à l'autre.

Ce qui prouve encore la sphéricité de la Terre, c'est qu'en cheminant de quelque côté que ce soit dans la plaine la plus unie, nous perdons de vuë les objets dont nous nous éloignons, tandis que nous en découvrons de nouveaux en avançant.

Je n'insiste pas davantage sur cette vérité, parce qu'elle est suffisamment connuë de tout le monde; mais il

(*a*) Voyez ce que j'ai dit de la figure de la Terre dans la VIe. Leçon, Tom. II. pag. 148. & suiv.

XVIII. LEÇON.

est à propos de remarquer que cet arrondissement de la Terre ne nous permet pas de voir bien loin autour de nous ; quand nous nous trouvons en plein champ, il nous semble toujours que nous sommes au centre d'un espace circulaire, dont le diamétre, à en juger par les objets connus, peut avoir 12. ou 15. lieuës, peut-être davantage si ces objets ont beaucoup de hauteur, ou que nous soyons placés dans un lieu fort élevé ; mais sur une mer calme, dans une plaine très-vaste & fort unie, il est aisé de démontrer que l'œil placé à 6. pieds au-dessus du terrein, perd de vûë les objets qui sont à raze-terre, quand ils sont à une distance de 2557. toises ; ce qui ne donne pas trois lieuës communes de France pour le diamétre de l'espace circulaire dont il s'agit.

La circonférence de ce cercle, toute petite qu'elle est, paroît pourtant toucher le Ciel : c'est que le Spectateur placé en *a*, (*fig.* 21.,) n'appercevant point la distance *b b*, rapporte les objets visibles les plus éloignés au point *b* où se termine la portée de sa vûë sur la Terre.

XVIII. LEÇON.

Horizon tant rationel que sensible.

LE plan de ce cercle prolongé ou étendu jusqu'au Ciel étoilé, est ce qu'on nomme *l'horizon*; tout ce qui est au-dessus est visible pour nous, tout ce qui est au-dessous nous est caché. Si l'on avoit l'œil au centre de la Terre, l'horizon représenté par son diamétre *H H*, partageroit exactement la sphère en deux parties égales, quand on est à la surface, comme en *a*, par exemple, il est aisé de voir que l'horizon rend l'hémisphère supérieur plus petit que l'hémisphère inférieur; mais si l'on considére combien la Terre est petite en comparaison de la vaste étenduë des Cieux, on concevra tout d'un coup que le demi-diamétre *T a*, n'est, pour ainsi dire, qu'un point, par comparaison à la ligne *T H*, & que *h h* ne différe pas sensiblement de celle-ci.

Cependant comme ce dernier horizon *H H*, dont le plan passe par le centre de la Terre, n'est sujet à aucune variation de grandeur, & que l'autre, par certaines circonstances, peut nous laisser voir un peu plus ou un peu moins de la voûte céleste,

XVIII. LEÇON.

les Astronomes ont jugé à propos de les distinguer en appellant *HH*, *Horizon rationel*, & *h h*, *Horizon sensible*.

Puisque chacun est au centre de son horizon, il faut conclure qu'on en peut compter autant qu'il y a de points à la surface de la Terre, & que nous en changeons à chaque pas que nous faisons dans quelque direction que ce soit ; l'horizon de Paris n'est donc pas celui de Lyon ; une partie de l'hémisphère céleste, qui est apparent sur celui-ci, ne se voit pas en même tems sur celui-là.

Poles de l'horison, Zénith & Nadir.

LES Astronomes, pour certains usages, ont imaginé une ligne droite qui passe perpendiculairement par le centre de l'horizon, & qui se termine à la voûte céleste, d'une part au point *Z*, & de l'autre au point *N* ; le premier de ces deux points s'appelle *le Zénith*, & le second *Nadir*. On pourroit les regarder comme les poles de l'horizon, ils changent comme lui pour chaque lieu.

Considérons maintenant ce qui doit résulter de la rotation de la Terre autour de son axe, pour ces différens horizons ; ce mouvement

XVIII. LEÇON.

suppose à la surface du globe terrestre deux points diamétralement opposés sur lesquels il roule, c'est ce qu'on nomme *les Poles* : pour les distinguer entr'eux, on nomme celui qui est dans la partie du Nord, *le Pole arctique*, ou *boréal*, ou *septentrional* ; on appelle l'autre *le Pole antarctique*, ou *austral*, ou *méridional*. Voyez *la Figure* 22. qui représente les poles de la Terre, ceux de l'horizon, & les principaux cercles de la sphère, par leurs diamétres.

Poles du monde.

SUPPOSONS donc premiérement un Observateur placé sur la Terre, dans un lieu également éloigné des deux poles, à Quito, par exemple, qui est une des principales villes du Pérou, (*fig.* 23.:) cet homme emporté par le mouvement diurne de la Terre, passe en 24. heures par tous les points d'un grand cercle qui divise le globe en deux hémisphères égaux. Ce cercle qu'on imagine comme subsistant, parce qu'il est d'un grand usage dans la Géographie, est celui qu'on nomme *l'Equateur terrestre* : tout Spectateur, placé sur sa circonférence, jouit à son tour des appa-

Les différentes positions de la Sphère.

XVIII. LEÇON.

rences céleſtes dont nous allons faire mention.

La Sphère droite.

Si celui que nous ſuppoſons ici eſt tourné de maniére qu'il ait à ſa gauche le pole arctique, & à ſa droite le pole antarctique ; dès qu'il eſt nuit, il voit toutes les étoiſes qui bordent cette moitié de l'horizon qui ſe préſente à lui, monter peu-à-peu d'un mouvement commun juſqu'à un certain point, & deſcendre enſuite juſqu'au bord oppoſé, chacune ayant décrit au Ciel un demi-cercle pendant douze heures ; & après un pareil eſpace de tems, il voit les mêmes étoiles reparoître, & faire un trajet ſemblable à celui de la nuit précédente.

Il voit faire ſenſiblement la même choſe au Soleil, à la Lune, & aux autres planetes ; mais comme ces aſtres, outre cette révolution commune qui n'eſt qu'apparente, ont un mouvement qui eſt particulier à chacun d'eux, il a des différences à obſerver à leur égard, dont je parlerai dans la ſuite.

Quoique le mouvement du Ciel étoilé ne ſoit qu'apparent, il ne faut

pas moins imaginer qu'il se fait sur deux points qui répondent à ceux sur lesquels le globe terrestre se meut réellement; ces deux points s'appellent *les Poles du monde*; ils se distinguent par les mêmes noms que ceux de la Terre, & sont tous deux dans la circonférence de l'horizon pour les habitans de l'équateur. XVIII. LEÇON.

On étend aussi le plan de l'équateur terrestre jusqu'au Ciel étoilé, pour distinguer les deux hémisphères célestes qui répondent à ceux dont ce même cercle fait la séparation sur la Terre. On le nomme aussi *Ligne équinoxiale*, pour des raisons qu'on verra ci-après. Revenons à notre Spectateur Péruvien.

Toutes les étoiles lui paroissent donc décrire des demi-cercles au-dessus de l'horizon, & il doit penser qu'elles en font autant au-dessous; car cette apparence résulte de la rotation de la Terre qui est continuë & uniforme, & la durée de leur absence est égale à celle de leur apparition.

Ces cercles sont paralléles entr'eux, puisque chaque étoile est fixe dans sa position, & que le mou-

XVIII. LEÇON.

vement qu'elle paroît avoir eſt commun à toutes ; c'eſt ſans doute le parallélisme de ces cercles qui n'exiſtent qu'en idée, qui a porté les Aſtronomes & les Géographes à tracer ſur les globes terreſtres, depuis l'équateur juſqu'aux poles, toutes ces lignes circulaires, qu'on nomme *paralléles* ou *cercles de latitude*. Mais ce qui diſtingue particuliérement le climat dans lequel nous ſuppoſons ici qu'on obſerve les mouvemens céleſtes, c'eſt que tous les aſtres qui ſe levent pour commencer, ou qui terminent en ſe couchant les demi-cercles dont nous venons de parler, ont toujours une direction perpendiculaire à l'horizon, ce qu'on appelle avoir *la ſphère droite*. (*Fig.* 23.)

Toutes les étoiles qui ſe ſont levées en même tems, notre Spectateur les voit arriver enſemble au bout de ſix heures, à leur plus grande hauteur ; elles ſont alors rangées d'un pole à l'autre dans un demi-cercle qu'on nomme *le méridien*, parce qu'il diviſe en deux parties égales la portion de cercle que chaque aſtre, & par conſéquent

le Soleil paroît décrire sur l'horizon, ainsi que le tems qu'il employe à l'éclairer : comme ce demi-cercle comprend tous les points de plus grande hauteur des astres, on imagine bien que tous les points de leur plus grand abaissement sous l'horizon, forment un autre demi-cercle, qui fait avec le méridien un cercle entier ; l'un détermine le *Midi*, & l'autre le *Minuit* : ce cercle idéal qui coupe l'horizon à angles droits en passant par les poles du monde, & par le zénith de chaque lieu, se multiplie autant qu'il y a de divisions à l'équateur ; & c'est ce qu'on nomme sur le globe terrestre, *degrés de longitude* : on les compte d'Occident en Orient, & la plûpart des Géographes modernes prennent pour premier méridien, celui qui passe par l'Isle-de-Fer la plus occidentale des Canaries.

Dans la sphére droite, comme dans la sphère oblique dont nous parlerons bientôt, le Soleil, la Lune, & les autres planetes ne se levent & ne se couchent pas toujours aux mêmes points de l'horizon com-

XVIII. LEÇON.

me les étoiles fixes : les orbites que ces astres parcourent par leurs mouvemens propres, coupant obliquement l'équateur, on les voit tantôt au Nord, tantôt au Sud de ce cercle, ainsi, selon qu'ils sont plus ou moins avancés de l'un ou de l'autre côté, leurs levers & leurs couchers déclinent de l'équateur à droite ou à gauche d'une quantité plus ou moins grande. Cet écartement se nomme *déclinaison*, & se mesure par l'arc du méridien intercepté entre l'équateur & le point où l'astre coupe le méridien.

Mais ce qu'il y a de remarquable à cet égard dans la sphère droite, c'est que quelque déclinaison septentrionale ou méridionale qu'un astre puisse avoir, sa présence sur l'horison est toujours de 12. heures ; la durée du jour par conséquent y est perpétuellement égale à celle de la nuit. De-là vient, sans doute, que dans ces climats que l'on nomme *la Zone torride*, la chaleur qui devroit être excessive, eu égard à l'action directe du Soleil, y est cependant supportable ; la longueur

gueur des nuits donne le tems à la Terre & à l'atmosphère de se rafraîchir.

Transportons à présent notre Observateur dans quelque endroit de la Terre, qui soit situé entre l'équateur & l'un des deux poles ; à Paris, par exemple, & voyons comment le mouvement diurne du globe lui fera voir le Ciel.

Il faut considérer, avant toutes choses, que son zénith n'étant éloigné du pole que d'environ 41. degrés, le point septentrional de son horizon doit être abaissé de 49. dégrés ou environ au-dessous de ce même pole : car il faut que ces deux distances, celle du zénith au pole, & celle du pole à l'horizon, égalent ensemble 90. dégrés, qui est la quantité dont le Zénith est toujours éloigné de l'horizon ; & comme le plan de l'équateur coupe l'axe de la Terre à angles droits, on doit penser que ce cercle s'éloigne du zénith, & s'incline à la partie australe de l'horizon de la même quantité dont le pole arctique est élevé au-dessus de la partie opposée *H*, (*fig.* 22.)

XVIII. LEÇON.

Quand l'équateur & ſes paralléles ſont inclinés à l'horizon, cela s'appelle avoir *la ſphère oblique*; & cette obliquité peut augmenter depuis la ſphère droite juſqu'à celle où l'horizon & l'équateur ſont dans le même plan, & qu'on nomme pour cela *la ſphère paralléle*; de ſorte que ſuivant la poſition des lieux, le pole peut s'élever ſur l'horiſon depuis o juſqu'à 90. dégrés. Revenons à la poſition de Paris, où le pole eſt élevé d'environ 49. dégrés, comme je l'ai dit plus haut.

La Sphère oblique.

LE Spectateur tournant avec la Terre, paſſe par tous les points d'un cercle plus petit que l'équateur terreſtre, incliné comme lui à l'horizon, & qui coupe le méridien au 49e. dégré de latitude ſeptentrionale; & il met à faire cette révolution autant de tems que s'il étoit dans l'équateur, c'eſt-à-dire, 24. heures. Voilà ce qu'il y a de réel, & ce qu'il n'apperçoit pas cependant; parce que tout ce qui eſt autour de lui, eſt emporté avec lui d'un mouvement commun, qui ne cauſe aucun changement dans la poſition reſpective

des objets qui l'environnent auſſi loin que ſa vûë peut s'étendre.

S'il conſidére le Ciel pendant la nuit, il voit une partie des étoiles ſortir du bord oriental de l'horizon, monter au méridien, deſcendre vers l'Occident pour ſe coucher, & reparoître la nuit ſuivante pour recommencer la même révolution.

Il peut remarquer, 1°. que chacune de ces révolutions ſe fait dans un cercle paralléle à l'équateur, par conſéquent incliné de la même quantité que lui à l'horizon.

2°. Que ceux de ces aſtres qui appartiennent à l'hémiſphère ſeptentrional, décrivent depuis leur lever juſqu'à leur coucher des portions de cercles plus grandes, & demeurent plus de tems ſur l'horizon que ceux de l'hémiſphère méridional.

3°. Que ces différences vont en augmentant à proportion que ces aſtres ſont plus loin de l'équateur de part & d'autre.

4°. Qu'à latitudes égales, ceux de l'hémiſphère auſtral, demeurent autant de tems ſous l'horizon que ceux de l'hémiſphère boréal en paſſent deſſus.

XVIII. LEÇON.

5°. Que les étoiles qui répondent à une distance de l'équateur vers le Sud plus grande que de 41. dégrés, ne paroissent jamais sur l'horizon ; & que celles qui s'écartent de ce cercle de 41°. vers le Nord, font leurs révolutions entiéres sur l'horizon, & ne se couchent jamais.

Quant aux astres qui passent, comme nous l'avons déjà dit, d'un hémisphère à l'autre, tels que le Soleil, la Lune & les autres planetes, les arcs qu'ils décrivent sur l'horizon, & le tems qui s'écoule depuis leur lever jusqu'à leur coucher, ont les mêmes rapports entr'eux que ceux des étoiles qui sont dans les mêmes zones du Ciel. C'est-à-dire, par exemple, que quand le Soleil a passé l'équateur, & qu'il est dans l'hémisphère septentrional, il est plus long-tems sur l'horizon que dessous, les jours sont plus longs que les nuits, & d'autant plus longs que cet astre est plus avancé dans cet hémisphère ; c'est tout le contraire avec les mêmes proportions, lorsqu'il est dans l'hémisphère austral ; & il en est de même de la Lune.

On voit aisément que tout ce qu'il y a de particulier pour cette position de la sphère, résulte nécessairement du mouvement diurne & réel de la Terre, eu égard à l'obliquité de son axe de rotation: car chaque lieu du globe terrestre faisant une révolution circulaire, l'astre qui se trouve vis-à-vis de lui, quand il la commence, doit répondre successivement & en sens contraire à tous les points d'un pareil cercle. Cette correspondance suivie, donne donc à l'astre une apparence de circulation qui doit imiter en tout le mouvement réel qui en est la cause. Voilà pourquoi les étoiles qui correspondent à ceux des paralléles terrestres, que l'élévation du pole tient tout entier hors de l'horizon, paroissent circuler de maniere qu'elles ne se couchent jamais; & que celles qui sont dans le cas opposé ne se levent point. Voilà pourquoi tous les autres astres intermédiaires paroissent circuler obliquement à l'horizon, & demeurent dessus d'autant plus long-tems, qu'ils répondent à des paralléles moins distants du pole

arctique. Disons un mot de la sphère

XVIII. LEÇON. parallèle.

La Sphère parallèle.

J'AI déjà dit qu'on appelle ainsi la sphère d'un lieu dont l'horizon est dans le plan même de l'équateur, (*fig.* 24.:) il faut pour cela avoir son zénith au pole du monde ; un homme placé en tel endroit sur la terre, par exemple, au pole arctique, ne pourroit voir que cette moitié du Ciel qu'on nomme *l'hémisphère septentrional* ; toutes les autres étoiles seroient perpétuellement cachées pour lui, puisqu'elles seroient à son égard au-delà de l'équateur qu'on suppose confondu avec l'horizon. Cet homme debout tourneroit comme sur un pivot de droite à gauche ; mais comme ce mouvement, qui seroit très-égal & fort lent, puisqu'il ne lui feroit faire qu'un tour en 24. heures, ne changeroit rien au rapport qu'ont avec lui les objets terrestres ; il ne manqueroit pas de l'attribuer aux différentes parties du Ciel, parce qu'il leur verroit changer continuellement de position rélativement à lui, & dans un sens opposé ; il croi-

roit donc les voir tourner de gauche à droite autour de lui.

Les étoiles lui paroîtroient décrire des cercles entiers, tous paralléles entr'eux & à l'horizon; parce que dans cette position de la sphère dont il s'agit ici, le zénith qui est le pole de l'horizon, se trouve être aussi celui du monde, sur lequel roulent tous ces mouvemens apparens : & par la même raison les astres les moins élevés lui paroîtroient faire leurs révolutions dans de plus grands cercles que les autres.

Les planetes ayant leurs mouvemens propres dans des orbites qui ne s'écartent pas bien considérablement du plan de l'écliptique, se trouvent par conséquent comme ce cercle, tantôt d'un côté de l'équateur, tantôt de l'autre, c'est-à-dire, dans un tems au-dessus, & dans un autre tems au-dessous de l'horizon. Chacune d'elles ayant, comme les étoiles, des révolutions apparentes & circulaires de 24. heures, ne cesse pas d'être visible pendant la moitié du tems qu'il lui faut pour parcourir son ellipse. L'habitant du pole,

XVIII. LEÇON.

s'il y en a, voit donc circuler le Soleil pendant six mois autour de lui, & la Lune pendant 14. jours & quelque chose de plus ; après quoi il seroit autant de tems sans les revoir, si des causes particuliéres, dont je parlerai par la suite, ne prolongeoient la présence de ces astres au-delà du tems qu'ils ont à être sur l'horizon ; mais tout ceci s'entendra mieux après l'opération suivante du planétaire.

HUITIEME OPERATION.

REMETTEZ toutes les piéces du planétaire dans l'état où elles étoient au commencement de l'opération précédente, & comme elles sont représentées par *la Figure* 20.

Faites tourner la grande platine avec la manivelle, jusqu'à ce que le globe terrestre ait fait un tour entier autour de la boule dorée qui représente le Soleil ; mais ayez soin d'arrêter de tems en tems, pour faire tourner avec la main la Terre sur son axe.

En procédant ainsi, vous observerez, 1°. que la Terre en faisant une

Fig. 20.

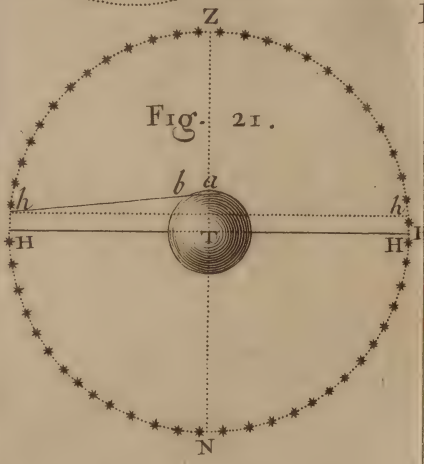


Fig. 21.

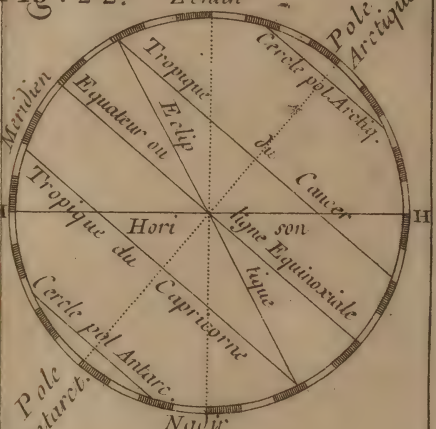


Fig. 22.

Fig. 24.

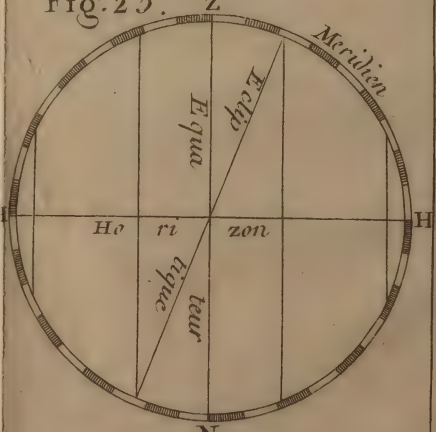


Fig. 23.

une révolution entiére autour du Soleil, d'Occident en Orient ; ou ce qui eſt la même choſe, ſuivant l'ordre des ſignes du Zodiaque, voit cet aſtre répondre ſucceſſivement, & dans le même ſens, à tous ces mêmes ſignes ; & comme l'orbite qu'elle décrit eſt dans le plan de l'écliptique, cette ligne ou ce cercle repréſente dans le Ciel la circulation apparente du Soleil, ou ce qu'on appelle *ſon mouvement annuel.* Le Lecteur qui n'aura pas ſous les yeux notre planétaire artificiel, comprendra aiſément ceci par l'inſpection de la *Figure* 25. Car quand la Terre eſt en *a*, vis-à-vis du ſigne du Capricorne, elle rapporte le Soleil à celui du Cancer qui eſt le point du Zodiaque, diamétralement oppoſé à celui auquel elle répond ; & à meſure qu'elle avance en *b* & en *c*, &c., ce qui la met ſucceſſivement vis-à-vis des ſignes du Verſeau, des Poiſſons, &c., le Soleil qu'elle voit toujours dans un lieu du Ciel, directement oppoſé à celui auquel elle répond, lui ſemble paſſer du Cancer au Lion, de celui-ci à la

XVIII. LEÇON.

XVIII. LEÇON.

Vierge, &c. En un mot, tandis qu'elle décrit par un mouvement réel l'arc *a b c* de son orbite, il lui semble voir le Soleil parcourir l'arc *A B C* de l'écliptique.

2°. Vous remarquerez que la Terre pendant tout le tems de sa révolution autour du Soleil, maintient constamment son axe incliné de 23. dégrés & demi au plan de l'écliptique; ce qui fait que l'aiguille qui représente un rayon central du Soleil, ne répond pas toujours aux mêmes parties du globe.

Car, par exemple, lorsque le globe terrestre répond au signe du Capricorne comme ♑, (*fig.* 20.,) & qu'il voit le Soleil ☉ vis-à-vis du signe de l'Ecrevisse (ou du Cancer;) si on lui fait faire un tour entier sur son axe, le bout de l'aiguille décrit sur l'hémisphère septentrional un des paralléles de l'équateur, celui qui en est éloigné de 23. dégrés & demi à peu-près, & qu'on nomme *le tropique du Cancer*.

Qu'on fasse avancer le petit globe d'un ou deux signes, en faisant tourner la grande platine, alors le Soleil

à son égard paroîtra s'être avancé d'autant dans la partie opposée de l'écliptique ; & s'il fait une révolution sur son axe, on verra que l'aiguille ne trace plus le même parallèle que ci-devant, mais une autre qui est plus près de l'équateur.

Quand il sera arrivé au premier dégré du Bélier, s'il tourne encore sur son axe, l'aiguille se trouvera directement vis-à-vis l'équateur, & parcourra tous les points de ce cercle dans une révolution entiére.

En continuant de faire ainsi avancer le globe terrestre dans son orbite, & en le faisant tourner de tems en tems sur son axe, on peut aisément remarquer que l'aiguille décrit ensuite dans l'hémisphére méridional des parallèles qui s'éloignent de plus en plus de l'équateur, jusqu'à la distance de 23. dégrés & demi. Le dernier qui touche ce terme est ce qu'on nomme *le tropique du Capricorne*, parce qu'alors la Terre répondant au signe de l'Ecrevisse, voit le Soleil comme si cet astre étoit dans le signe qui est diamétralement opposé.

XVIII. LEÇON.

Après cela on verra l'aiguille se rapprocher peu-à-peu de l'équateur, & tracer encore une fois ce cercle, quand le globe terrestre répondra au premier dégré de la balance; & il continuera de tracer des paralléles qui s'éléveront de plus en plus au-dessus de l'équateur, jusqu'au tropique du Cancer; ce qui arrivera quand le globe sera revenu au premier dégré du Capricorne d'où il étoit parti.

3°. On peut voir de même ce qui résulte des deux mouvemens annuel & diurne de la Terre, par rapport aux différentes positions de la sphère, en faisant varier l'horizon du petit globe terrestre : on reconnoîtra, par exemple, pourquoi dans la sphère droite il regne un équinoxe perpétuel; car en quelqu'endroit de son orbite que soit la Terre, en la faisant tourner sur son axe, on verra toujours que les paralléles tracés par l'éguille qui représente le rayon central du Soleil, sont coupés en deux parties égales; ce qui signifie que dans tous les tems de l'année, les jours sont égaux aux nuits.

XVIII. LEÇON.

Si la sphère est paralléle, on reconnoîtra par le même moyen comment dans toute une année il n'y a qu'un seul jour de six mois, & une seule nuit qui dure autant, à en juger par la présence du Soleil sur l'horizon, & par son absence : car l'aiguille qui représente cet astre ou son action directe, trace des paralléles dans l'hémisphère septentrional, qui est dans cette supposition tout entier au-dessus de l'horizon, pendant les six mois que la Terre met à parcourir la partie de son orbite qui répond aux six signes méridionaux ; & elle ne cesse de les tracer dans l'autre hémisphère, quand la Terre parcourt l'autre moitié de son orbite qui répond aux signes septentrionaux.

Enfin l'on peut voir de même comment se font les accroissemens & décroissemens des jours & des nuits dans la sphère oblique, ainsi que les deux équinoxes. Car tous les paralléles décrits par l'aiguille qui tient lieu de rayon solaire, étant coupés obliquement par l'horizon, il est évident qu'il n'y a que ceux

XVIII. LEÇON.

qui passent sur l'équateur même qui soient partagés en deux parties égales, & que les arcs de ces parallèles qui sont au-dessus de l'horizon, & qui représentent la durée de chaque jour, sont plus grands dans celui des deux hémisphères qui a le pole élevé, que dans l'autre dont le pole est abaissé au-dessous de l'horizon ; différences qui vont en augmentant depuis l'équateur jusqu'aux tropiques de part & d'autre.

Et comme le petit globe terrestre, en parcourant toute son orbite, présente deux fois son équateur à l'aiguille, savoir, lorsqu'il répond au 1er. dégré du Bélier, & lorsqu'il est vis-à-vis le premier dégré de la Balance, il est aisé de comprendre pourquoi, avec cette position de la sphère, il y a dans le cours d'une année, deux équinoxes à six mois l'un de l'autre.

APPLICATIONS.

Mouvement annuel du Soleil.

ON voit donc, par la huitiéme opération du planétaire que dans le système dont nous avons fait choix, la révolution annuelle du Soleil

XVIII. LEÇON.

dans l'écliptique, n'eſt qu'une apparence, comme le mouvement diurne de cet aſtre; cependant il eſt paſſé en uſage d'en parler comme d'une réalité : ainſi pour nous conformer au langage reçu, nous dirons que dans le cours d'une l'année, le Soleil parcourt les douze ſignes du Zodiaque en ſe contenant toujours dans l'écliptique; qu'il paſſe deux fois ſur l'équateur, en allant & en revenant d'un tropique à l'autre; qu'il n'excéde jamais ces deux termes, & que les deux jours où il s'y trouve s'appellent pour cela l'un *le ſolſtice d'Eté*, l'autre *le ſolſtice d'Hiver*; comme les deux interſections de l'équateur avec l'écliptique, qui ſont au premier point du ſigne du Bélier, & au premier point du ſigne de la Balance, ſe nomment *l'équinoxe du Printems*, & *l'équinoxe d'Automne*.

Diſtinction à faire entre les Signes & les Conſtellations dont ils portent les noms.

SUR QUOI il eſt bon de remarquer qu'il ne faut pas confondre au Ciel, le ſigne avec la conſtellation dont il porte le nom. Lorſque les anciens Aſtronomes imaginerent de former le Zodiaque, ils le diviſerent en douze parties égales de 30.

XVIII. LEÇON.

dégrés chacune, & prirent pour premier point de ce cercle une étoile qui est à l'oreille du Bélier ; alors cette constellation occupoit assez exactement la premiére des 12. divisions du Zodiaque, le Taureau répondoit à la 2e., les Gémeaux à la 3e., & ainsi des autres ; mais ce point du Ciel où se fait l'équinoxe du Printems, & où étoit autrefois l'étoile dont je viens de faire mention, ce point, dis-je, par des causes que je supprime ici, recule tous les ans de 50. secondes de dégrés ; (*a*) ce qui fait que tout le Ciel étoilé paroît avancer d'autant. Or cet effet s'étant multiplié avec le tems, aujourdhui les constellations du Zodiaque sont avancées presque d'une douziéme partie de ce cercle ; de sorte que chacune d'elles ne répond plus à la division à laquelle elle appartenoit autrefois ; celle du Bélier, par exemple, se trouve pres-

(*a*) C'est ce mouvement qu'on nomme en Astronomie *la préceſſion des Equinoxes*. Voyez les Leçons Elémentaires d'Astronomie de l'Abbé de la Caille, N°s. 28. 491., 630., 764., 767.

que toute entiére à la place du Taureau, & celui-ci à celle des Gémeaux, &c. XVIII. LEÇON.

Mais malgré ce déplacement des figures, on a toujours conſervé les 12. premieres diviſions du Zodiaque; & c'eſt-là, à proprement parler, ce que les Aſtronomes appellent les 12. ſignes, & qu'ils diſtinguent toujours par les noms de ces conſtellations qui leur appartenoient anciennement.

Pour faciliter l'intelligence des principaux phénomènes, qui réſultent des deux mouvemens annuel & diurne de la Terre, nous avons alternativement ſuſpendu l'un pour conſidérer l'autre; ce qui a donné lieu à quelques inexactitudes qu'il eſt à propos de corriger. Nous avons regardé les révolutions apparentes & diurnes du Soleil, comme autant de cercles paralléles à l'équateur; & cela ſeroit en effet, ſi la terre demeuroit fixe dans un point de ſon orbite, tandis qu'elle fait un tour ſur ſon axe devant le Soleil; car alors les points de ſa ſurface éclairés ſucceſſivement par le rayon cen-

XVIII. LEÇON.

tral de cet astre, formeroient ensemble un vrai cercle, une courbe rentrante sur elle-même. Mais si l'on considére que la Terre s'avance dans son orbite en même tems qu'elle tourne devant le Soleil, on conviendra que la trace que laisseroit sur sa surface un seul & même rayon solaire, doit être une espêce de spirale qui vient finir à côté de l'endroit où elle a commencé, & qui s'éloigne ou s'approche de l'équateur, suivant que le Soleil va vers l'un des tropiques, ou qu'il en revient. Imaginez une pelote qu'on fait tourner devant vous pour recevoir en devidant un fil qui vient de votre main, & qu'on la fait avancer insensiblement de droite à gauche, ou dans le sens contraire, afin que les circonvolutions du fil, s'arrangent les unes à côté des autres; voilà l'image des révolutions diurnes du Soleil autour de la Terre; celle-ci est la pelote, votre main est l'astre, le fil est le rayon central ou direct.

Mouvement diurne du Soleil plus lent que celui des étoiles fixes.

SI LE Soleil n'avoit que le mouvement apparent qui résulte de la rotation de la Terre sur son axe, ce

mouvement qui lui seroit commun avec les étoiles, auroit la même durée pour lui que pour elles, & ne seroit sujet à aucune variation; ainsi celles qui auroient une fois passé au méridien avec lui, y passeroient toujours; la nuit d'Eté comme la nuit d'Hiver, nous offriroit constamment les mêmes constellations; mais cet astre, à cause du mouvement annuel de la Terre, & parce qu'elle a toujours son axe incliné du même sens, paroît décrire d'Occident en Orient, dans l'espace d'une année, un grand cercle que nous avons nommé *l'Ecliptique*, & qui par son obliquité s'écarte de 23. dégrés & demi de part & d'autre de l'équateur; delà il arrive que quand l'étoile, avec laquelle le Soleil étoit parti du méridien, revient y passer après une révolution diurne, il s'en faut d'une certaine quantité que le Soleil n'y soit encore parvenu; & les quantités se multipliant tous les jours, font que les étoiles précédent de plus en plus le Soleil : de sorte qu'au bout de six mois elles ont gagné douze heures d'avance sur lui, & qu'à une

XVIII. LEÇON.

Effet de ce retardement.

XVIII. LEÇON.

heure donnée de la nuit, l'hémisphère étoilé qui est sur l'horizon est celui qui six mois auparavant étoit dessous, à pareille heure; cela est exactement ainsi pour ceux qui ont la sphère droite; & dans le cours d'une année les habitans de la sphère oblique voyent successivement toutes les constellations qui peuvent passer sur leur horizon; car celles qui y sont de jour dans une saison, s'y trouvent de nuit dans une autre. Quant à ceux de la sphère paralléle, leur horizon concourant avec l'équateur, ils ne voyent jamais que le même hémisphère du Ciel étoilé.

Le Soleil plus long-tems dans les signes septentrionaux, que dans les signes méridionaux.

COMME le mouvement annuel du Soleil n'est qu'une apparence causée par le mouvement réel de la Terre dans son orbite, & que cette orbite est, comme nous l'avons dit, une ellipse dont l'un des foyers est occupé par le centre du Soleil; il est aisé de voir, en jettant les yeux sur la *Figure* 25., que cet astre doit paroître plus long-tems dans les six *signes septentrionaux*, le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, l'Ecre-

XVIII. LEÇON.

visse, le Lion & la Vierge, que dans les six autres, qu'on appelle *méridionaux*; (*a*) car la Terre ayant son aphélie dans la partie de son orbite qui regarde ceux-ci, doit y séjourner plus long-tems par deux raisons : la premiére, parce que cette partie de l'ellipse est plus grande que l'autre ; la seconde, parce que, comme je l'ai dit dans la 1ere. Section, le mouvement d'une planete quelconque se ralentit à mesure qu'elle s'éloigne de son astre central.

Mesure du tems tirée des mouvemens du Soleil, & de ceux de la Lune.

LE SOLEIL étant de tous les astres que nous pouvons voir, le plus grand, le plus lumineux, le plus commode à observer, il étoit naturel de choisir de préférence ses mouvemens pour mesurer le tems ; aussi voyons-nous que dès les premiers âges du monde, tous les peuples, d'un commun accord, ont compté par les révolutions de cet astre la durée des êtres & celle des actions : on a fait servir la Lune aux mêmes usages, parce qu'elle est visible aussi par toute la Terre, &

(*a*) La différence est de 9. jours.

XVIII. LEÇON.

qu'elle offre par ses différentes phases des époques très-remarquables : mais les secours qu'on en tire ne sont ni aussi généralement, ni aussi facilement employés, que les apparences périodiques du Soleil.

Division du tems.

LE TEMS se divise en siécles, en années, en mois, en semaines, en jours, en heures, en minutes, en secondes, en tierces, &c. Ceci est suffisamment connu de tout le monde ; mais il y a quelque chose à remarquer au sujet des jours, des mois & des années.

Le jour naturel ou astronomique.

CHAQUE tour entier de la Terre sur son axe, occasionne, comme je l'ai déja dit plusieurs fois, une révolution apparente du Soleil autour de la Terre. C'est-là ce qu'on nomme *le jour naturel* ou *astronomique* : c'est la quantité de tems qui s'écoule entre l'instant où le Soleil passe au méridien, & l'instant où il y arrive le lendemain. Mais j'ai fait observer ci-dessus que le Soleil à chaque révolution revient un peu plus tard au méridien, que le point du Ciel ou de la Terre avec lequel il y a passé le jour précédent ; & ce petit

retard n'eſt pas toujours de la même quantité. De-là il arrive que les jours naturels, dans les différens tems de l'année, ne ſont point égaux entr'eux. Les Aſtronomes les rappellent à l'égalité en diviſant la ſomme du tems que le Soleil employe à parcourir l'écliptique dans le cours d'une année, en autant de parties égales qu'il en faut pour en aſſigner 24. à chaque jour.

Tems vrai & tems moyen; différence de l'un à l'autre.

AU MOYEN de cette équation, nous avons deux ſortes d'heures à diſtinguer, les unes qui ſont toujours égales entr'elles, c'eſt ce qu'on appelle *le tems moyen*; les autres qui ſont affectées des inégalités qui ſe trouvent dans le mouvement diurne du Soleil; c'eſt ce qu'on nomme *le tems vrai*. Un bon cadran ſolaire montre les heures du tems vrai; une montre ou une pendule bien réglée, montre celles du tems moyen; il y en a dont le rouage eſt tellement conſtruit, qu'elles marquent l'un & l'autre tems par différentes aiguilles; on les nomme pour cela *Horloges*, ou *Pendules à équations*. (*a*)

(*a*) Voyez dans le Livre que l'Académie

XVIII. LEÇON.

En Astronomie, on est dans l'usage de compter les 24. heures de suite d'un midi à l'autre, ainsi après minuit on continuë par les ombres 13., 14., &c. Mais dans l'usage civil on partage ordinairement le jour naturel en deux parties égales de 12. heures chacune : cependant il y a encore quelques nations qui font sonner les 24. heures de suite aux horloges publics; ce qui est très-incommode, sur-tout quand on fait, comme les Italiens, finir & recommencer le jour au coucher du Soleil : car dans la sphère oblique, cette époque varie continuellement.

Le jour artificiel ou civil; la nuit; les crépuscules.

DANS tous les endroits de la Terre où le Soleil fait une partie de sa révolution diurne sur l'horizon, & l'autre dessous, on appelle la première *le jour artificiel* ; & la seconde est ce qu'on nomme *la nuit*. Et parlant des trois principales positions de la sphère, nous avons vu dans

Royale des Sciences fait publier tous les ans, sous le titre de *Connoissance des Tems*, ou *des Mouvemens célestes*, les différences du tems vrai au tems moyen pour chaque jour de l'année, *5e. & 6e. colonnes de la seconde page de chaque mois.*

quel

quel rapport l'un eſt à l'autre pour la durée, eu égard ſeulement à la préſence & à l'abſence du Soleil déterminée par l'horizon ; mais il me reſte à dire que la clarté ou l'illumination cauſée par cet aſtre, commence avant qu'il ſoit levé, & ſubſiſte encore quelque tems après qu'il eſt couché, parce que la lumiére qu'il lance dans la partie haute de l'atmoſphère, s'y répand d'une maniére vague, & ſe réfléchit en grande partie vers la ſurface de la Terre ; c'eſt ce que l'on nomme *les Crépuſcules* : celui du matin ſe diſtingue de celui du ſoir par le nom d'*Aurore* qu'on lui donne, & le commencement de l'aurore eſt *le point du jour*.

XVIII. LEÇON.

On a obſervé que le crépuſcule commence le matin lorſque le Soleil eſt encore à 18. dégrés au-deſſous de l'horizon, & qu'il ne finit le ſoir que quand cet aſtre eſt deſcendu de la même quantité au-deſſous : or comme le Soleil parcourt par heure 15. dégrés de l'équateur ou d'un de ſes paralléles, il faut conclure, 1°. que dans la ſphère droite au tems

XVIII. LEÇON.

des équinoxes, les crépuscules doivent durer chacun une heure & 12. minutes, comme cela arrive en effet; ainsi le jour qui n'y devroit durer que 12. heures, eu égard seulement à la présence du Soleil, se trouve augmenté par-là de deux heures 24. minutes : & dans les autres tems de l'année, cela varie à proportion de la distance du Soleil à l'équateur.

2°. Que les crépuscules en Eté, sont d'autant plus longs que le pole est plus élevé; de sorte que si la latitude du lieu est telle que le Soleil à minuit ne soit pas tout-à-fait de 18. dégrés au-dessous de l'horizon, comme cela est dans le climat de Paris, il n'y a point de nuit close pendant tout le mois de Juin & une partie de Juillet.

3°. Et quant la sphère est parallèle, il est évident, par le même principe, que l'Aurore doit y durer environ deux mois, & qu'il doit y faire clair encore autant de tems après le coucher du Soleil.

Indépendamment des crépuscules qui augmentent, comme on vient de le voir, la durée du jour artificiel,

il est encore une cause qui concourt au même effet, en nous faisant voir le Soleil sur l'horizon avant qu'il y soit réellement, & qui retarde son coucher apparent : c'est la réfraction que la lumiére de cet astre éprouve en entrant obliquement dans l'atmosphère terrestre, & qui plie ses rayons vers la surface de la Terre ; voyez ce que j'ai dit de la réfraction par rapport aux astres en général. *Tom. V. pag.* 268. *& suiv.*

XVIII. LEÇON.

SEPT jours naturels ou astronomiques composent une semaine, & se distinguent par des noms que tout le monde sait ; *Lundi*, *Mardi*, *&c.* Nous avons reçu ces noms des anciens Astronomes, qui avoient consacré les jours de la semaine aux principales planetes ; le 1er. au Soleil, *dies Solis*, que les Chrétiens ont appellé le jour du Seigneur, *dies Dominica*, en François *Dimanche* ; le 2e. à la Lune, *Lunæ dies*, *Lundi* ; le 3e. à Mars, *Martis dies*, *Mardi* ; le 4e. à Mercure, *Mercurii dies*, *Mercredi* ; le 5e. à Jupiter, *Jovis dies*, *Jeudi* ; le 6e. à Vénus, *Veneris dies*, *Vendredi* ; & enfin le 7e. à Saturne, *Saturni dies*. Jours de la semaine.

dont nous avons fait le mot *Samedi*.

XVIII. LEÇON. L'Eglise appelle *féries*, tous les autres jours de la semaine après le Dimanche, & elle les distingue par leur rang, ainsi le Lundi est la 2e. férie, le Mardi la 3e., le Mercredi la 4e., &c.

Mois solaires. IL Y A dans chaque mois la valeur de 4. semaines, & quelques jours de plus dans le mois solaire ; car il y en a communément 30. ou 31., pour répondre à peu-près au tems que le Soleil met à parcourir un signe ou la 12e. partie du Zodiaque. On saura tout d'un coup les mois qui ont 31. jours, & ceux qui n'en ont que 30., en retenant les quatre vers qui suivent.

Trente jours a Novembre
Juin, Avril & Septembre :
De vingt-huit il y en a un,
Tous les autres ont trente & un.

Tout le monde sait que celui de 28. jours est *Février*.

Les Romains n'eurent d'abord que dix mois, dont le premier étoit celui de Mars. C'est pourquoi nos quatre derniers mois portent aujourd'hui des noms qui ne répondent plus

au rang qu'ils tiennent, mais bien à celui qu'ils avoient autrefois, *Septembre*, *Octobre*, *Novembre*, *Décembre*, c'eſt-à-dire, le ſeptiéme, le huitiéme, le neuviéme, le dixiéme. Mais comme ces dix mois ne rempliſſoient pas, à beaucoup près, le tems que le Soleil met à parcourir les douze ſignes du Zodiaque, les ſaiſons ſe trouvoient par-là fort dérangées d'une année à l'autre; on ſentit bientôt cet inconvénient, & l'on y remédia en partie, en ajoutant deux nouveaux mois, *Janvier* & *Février*, que l'on plaça immédiatement avant celui de Mars: de ſorte que celui-ci, qui juſques-là avoit été le premier de l'année, devint le troiſiéme par cette addition.

XVIII. LEÇON.

TANDIS que la Terre fait une révolution entiére dans ſon orbite elle tourne ſur ſon axe 365. fois & un quart, à peu-près: cela veut dire, ſelon les mouvemens apparens, & ſelon les expreſſions uſitées, que l'année ſolaire eſt de 365. jours & près de 6. heures; en prenant ces ſix heures excédentes pour completes, on convint de les employer, en faiſant tous les quatre ans une année qui

L'année ſolaire, commune, & biſſextile.

auroit un jour de plus que les autres.

XVIII. LEÇON. Cette année de 366. jours fut nommée *Biſſextile*, parce que le jour qu'elle avoit de plus que l'année commune, fut placé immédiatement après le 23. de Février, qui ſuivant la maniére de compter des Romains, étoit le 6e. avant les Calendes de Mars: ainſi, parce qu'on diſoit *deux fois* cette année-là, *ſexto Calendas Martii*, le jour intercalé fut nommé *bis-ſexte*, & l'année où il avoit lieu, *bis-ſextile*.

Réforme du Calendrier ſous le Pontificat & par les ſoins de Grégoire 13.

CET arrangement, qui ſe fit ſous l'Empire de Jules-Céſar, (*a*) ſuppoſoit, comme on voit, que les ſix heures excédentes de l'année commune, étoient completes; mais elles ne le ſont pas, & quoiqu'il n'y manque que quelques minutes, cette petite quantité répétée pendant un grand nombre d'années, devint pourtant ſi conſidérable qu'à la fin du 16e. ſiécle, les équinoxes étoient dérangés de 10. jours. Le Pape Grégoire XIII. ordonna, par une Bulle du 24. Février 1582. que ces 10.

(*a*) C'eſt de-là que vient le nom d'année *Julienne*.

jours de trop seroient retranchés, & que le 5. Octobre suivant seroit le 15. du même mois. La plûpart des Etats Catholiques reçurent cette réforme. Henri III. ordonna par un édit publié à Paris au mois de Novembre 1582., que le 9. Décembre suivant étant expiré, le lendemain fût compté pour le 20. du même mois. Mais l'Angleterre (*a*) & quelques autres nations ne voulant point se conformer à cette correction, continuerent de datter leurs actes selon l'ancien Calendrier; & c'est ce qui a donné lieu à la distinction du *vieux* & du *nouveau stile*, dont on a coutume de faire mention par ces lettres V. S. & N. S. dans les écrits qui doivent passer d'une nation à l'autre.

XVIII. LEÇON.

Les Astronomes employés par Grégire XIII. à la réformation du Calendrier, non-seulement remédierent aux erreurs que le tems passé avoit introduites, mais ils prévinrent encore

(*a*) Par un acte émané du Parlement, la nation Angloise au mois de Septembre 1752. a adopté la réforme faite au Calendrier par le Pape Grégoire XIII.

XVIII. LEÇON.

celles que l'avenir pourroit causer : ayant observé que le bissexte ajoutoit en 4. ans 40. minutes plus que le Soleil n'employe à retourner au même point du Zodiaque, ils supputerent que ces minutes rassemblées composeroient un jour entier au bout de 133. ans. Ainsi pour empêcher que cet excédent ne fît encore quelque dérangement, ils proposérent, & d'après leur avis il fut arrêté, que dans le cours de 400., ans, on omettroit trois bissextes. L'année 1700. pour cette raison ne fut point bissextile ; 1800. & 1900. ne le seront point encore ; mais 2000. le sera.

Le Cycle solaire.

LES 365. jours dont l'année commune est composée, forment 52. semaines & un jour : d'où l'on voit que s'il n'y avoit point d'année bissextile, les quantiémes des mois, & les jours de la semaine se retrouveroient les mêmes de sept en sept ans ; mais l'année Bissextile étant de 52. semaines & deux jours, le concours des quantiémes des mois avec les jours de la semaine, recule encore d'un jour tous les quatre

quatre ans ; en ſorte que ce n'eſt qu'au bout de 28. ans que le même quantiéme peut ſe trouver au même jour de la ſemaine, après en avoir parcouru tous les autres jours. Le même quantiéme pourra bien revenir au même jour plus d'une fois dans cet intervalle, mais il n'aura pas encore parcouru tous les jours de la ſemaine. Cet intervalle de 28. ans eſt ce qu'on appelle *le Cycle ſolaire.* XVIII. LEÇON.

L'année de la naiſſance de Jeſus-Chriſt étoit la 10e. du cycle ſolaire ; ainſi pour trouver l'année du cycle ſolaire, qui répond à une année propoſée de l'Ere Chrétienne ; pour trouver, par exemple, le cycle ſolaire pour l'année 1764., il faut ajouter à 1764. le nombre 9. & diviſer la ſomme par 28., le reſte 9. de la diviſion indique qu'en 1764. le cycle ſolaire eſt 9.

DANS le Calendrier de chaque année, il y a une lettre qui déſigne le Dimanche, & qu'on nomme pour cela *Lettre Dominicale* ; c'eſt toujours une des initiales des mots latins que voici, *Dei*, *cœlum*, *bonus*, *accipe*, *gratis*, *filius*, *eſto*. On trouvera la lettre Lettre Dominicale.

XVIII. LEÇON.

dominicale qui convient à une année proposée, si l'on compte le cycle solaire de cette année circulairement sur quatre doigts en prononçant de suite les mots précédens, *Dei*, *Cœlum*, *&c.*, chaque fois qu'on tombe sur le premier doigt on prononce deux de ces mots, & un seulement sur chacun des autres ; la lettre que l'on cherche est la lettre initiale du mot qu'on prononce le dernier ; en 1765., par exemple, où le cycle solaire est 10., le mot *filius* qui tombe au second doigt, indique que la lettre dominicale de cette année est *F*.

Quand l'année est bissextile, il y a deux lettres dominicales, dont la premiere sert jusqu'au 24. de Février, & la seconde pendant le reste de l'année ; ainsi en 1764. le doigt par où l'on finit de compter étant le premier, on y prononce deux mots, qui dans le cas présent sont *accipe*, *gratis* ; ce qui désigne que *A* & *G* sont les deux lettres dominicales de cette année.

Le cycle solaire sert encore à trouver par quel jour de la semaine

commence tel ou tel mois. Il faut pour cela connoître *la Lettre Fériale*, chaque mois a la sienne : ces lettres sont les initiales des mots suivans, *A*, *Dieu*, *Donc*, *Gassion*, *Brave*, *Et*, *Généreux*, *Commandant*, *Fidéle*, *Appui*, *Des*, *François*. La premiere *A*, est celle de Janvier, la seconde *D*, est celle de Février, &c. XVIII. LEÇON.

Il faut comparer la lettre fériale à la lettre dominicale ; si elle est la même, le mois commence par un Dimanche ; si la fériale suit immédiatement la dominicale, ou si elle la précéde, selon l'ordre alphabétique, le mois commencera par un Lundi dans le premier cas, ou par un Samedi dans le second, &c.

S'il étoit question, par exemple, de savoir par quel jour de la semaine commencera le mois d'Août de l'année 1764. ; le cycle solaire étant 9., la lettre dominicale sera *G* ; la lettre fériale est *C*, laquelle répond au Mercredi ; ainsi le premier d'Août 1764. doit être un Mercredi.

L'ANNÉE se partage en quatre saisons, qui sont le Printems, l'Eté, l'Automne & l'Hiver ; chacune d'el- Les Saisons.

XVIII. LEÇON.

les dure autant de tems que le Soleil en met à parcourir trois signes du Zodiaque, ce qui comprend l'espace de trois mois. Pour les climats qui sont entre l'équateur & le pole arctique, le Printems commence lorsque le Soleil entre au signe du Bélier; ce qui arrive le 20. de Mars ou environ; & finit quand cet astre arrive au signe de l'Ecrevisse, le 21. de Juin; alors l'Eté commence & dure jusqu'au 22. de Septembre, jour auquel le Soleil entre au signe de la Balance; l'Automne commence ce jour-là, & finit quand le Soleil se trouve au 1er. dégré du Capricorne, c'est-à-dire, au 21. Décembre; l'Hiver commence alors, & dure jusqu'au 20. Mars.

Quand il est l'Hiver pour les climars septentrionaux, il est l'Eté pour ceux de l'hémisphère méridional qui leur correspondent, il en est de même pour l'Automne & pour le Printems. Entre les deux tropiques il n'y a dans toute l'année, à proprement parler, qu'un Hiver & un Eté, si l'on en juge par le chaud & le froid. Mais au-delà des tropiques,

les quatre saisons se distinguent très-sensiblement ; l'Hiver par le grand froid, l'Eté par la grande chaleur, le Printems & l'Automme par des températures moyennes. XVIII. LEÇON.

Le froid qui se fait sentir en Hiver, la chaleur qu'on éprouve en été, ne viennent point, comme on pourroit se l'imaginer, de ce que le Soleil est plus ou moins éloigné de la Terre ; car au contraire, c'est dans la derniére de ces deux saisons que cet astre est dans l'apogée, c'est-à-dire, qu'il est alors plus éloigné de nous, que dans tout autre tems de l'année. La cause principale de ces deux effets opposés, c'est qu'en Eté les rayons solaires tombent sur la surface de la Terre moins obliquement qu'en Hiver, d'où il arrive que l'horizon en reçoit une plus grande quantité. Ajoutez à cela que les jours d'Eté sont plus longs que ceux d'Hiver ; le Soleil restant plus long-tems sur l'horizon, l'échauffe davantage, & les nuits qui sont proportionnellement plus courtes, causent moins de réfroidissement, cette derniére considération nous laisse à penser

XVIII. LEÇON.

que les peuples les plus voisins des poles, lesquels, eu égard à la grande obliquité des rayons solaires, ne devroient avoir, pour ainsi dire, que des Etés froids, ne laissent pas que d'éprouver des chaleurs assez grandes; parce que le Soleil est sur leur horizon pendant cinq à six mois, & qu'il y agit sans relâche.

La longueur des nuits entre les deux tropiques, avec les pluyes qui y sont très-fréquentes, modére beaucoup la chaleur qui devroit y régner, eu égard à la direction des rayons solaires; ce qui la rend le plus incommode, c'est qu'elle dure toute l'année; car, pour l'intensité, les thermometres comparables que nous faisons voyager depuis environ 30. ans, nous apprennent constamment que sous l'équateur même (ce que les Marins appellent *la Ligne*) le plus grand chaud n'excéde pas celui qu'on éprouve quelquefois en France.

Cependant comme dans cette partie de la Terre, la grande chaleur est perpétuelle, que dans le voisinage des poles le froid est toujours

excessif en hiver, & que par-tout ailleurs le froid & le chaud sont ordinairement modérés, on a partagé à cet égard la surface de la Terre en cinq Zones, ou bandes circulaires, savoir, une qu'on nomme la Zone *torride* qui est contenuë entre les deux tropiques; deux qu'on appelle les Zones *glaciales* ou *froides*, qui s'étendent depuis les poles jusqu'au $66^{e}.\frac{1}{2}$ dégrés de latitude où est le cercle polaire, & deux à qui l'on a donné le nom de Zones *tempérées*, & qui ont pour limites dans chaque hémisphère, le tropique d'une part, & le cercle polaire de l'autre.

Il ne nous convient pas d'entrer dans un plus grand détail, touchant la surface de la Terre, c'est dans les traités de Géographie qu'il faut chercher ce qui manque ici; voyons ce qui concerne la Lune.

NEUVIEME OPERATION.

OTEZ le globe terrestre: ajustez au canon de cuivre qui est au centre du cercle lunaire, la piéce marquée *L* que vous trouverez dans la coffret, & qui est représentée par la

XVIII. LEÇON.

Figure 26. Tournez cette piéce de façon que la petite boule qui repréſente le globe de la Lune, ſe trouve directement entre le centre du cercle lunaire, & la boule dorée *S* qui repréſente le Soleil au milieu de la grande platine, & que ſa partie blanche regarde la boule dorée : remettez le globe terreſtre comme il étoit pour la 8e. opération : toutes ces piéces enſemble ſont repréſentées par la *Figure* 27.

Si vous faites tourner la grande platine par le moyen de la manivelle, vous pourrez obſerver ce qui ſuit :

1°. Tandis que le globe terreſtre parcourt un ſigne entier du Zodiaque, la petite boule qui repréſente la Lune, fait preſque une révolution autour d'elle.

2°. La petite boule lorſqu'elle eſt entre la Terre & la boule dorée *S*, a ſa partie blanche entiérement tournée vers celle-ci, & ſa partie noire regarde le globe terreſtre.

3°. Quand la Terre ſe trouve entre la boule dorée & la petite Lune, celle-ci a toute ſa partie blanche tournée directement vers la Terre.

4°. Dans toutes les autres positions, l'hémisphère blanc de la petite boule ne se présente à la Terre qu'en partie, & plus ou moins suivant qu'elle est plus près ou plus éloignée de son opposition avec la boule dorée. XVIII. LEÇON.

APPLICATIONS.

Si l'on imagine le planétaire assez grand pour que le globe terrestre puisse être réputé sensiblement au centre, on concevra aisément qu'un Observateur placé sur la surface de la Terre, doit voir la Lune répondre successivement à tous les signes du Zodiaque, dans l'espace de tems qu'il faut à cette derniére planete pour faire une révolution entiére autour d'elle : car l'orbite lunaire n'étant d'ailleurs inclinée que d'environ 5. dégrés au plan de l'écliptique, elle se contient comme toutes les autres dans les limites de cette zone céleste. Mouvemens de la Lune.

Si l'on se rappelle maintenant ce que nous avons dit plus haut, que tous les astres sans exception paroissent se mouvoir en 24. heures d'O-

XVIII. LEÇON.

rient en Occident, en vertu de la rotation diurne & réelle de la Terre, laquelle se fait en sens contraire, on verra tout d'un coup pourquoi la Lune se leve & se couche comme le Soleil.

Et puisque la Lune fait en moins d'un mois ce que le Soleil n'acheve qu'en un an, il faut que dans ce petit espace de tems, elle aille & revienne d'un tropique à l'autre, en passant deux fois sur l'équateur; que toutes ses révolutions diurnes soient sensiblement des paralléles à ce grand cercle, que dans la sphère droite, elle soit toujours autant de tems dessus que dessous l'horizon; que dans la sphère oblique, elle se fasse voir pendant un demi-mois dans les signes septentrionaux, & pendant le reste de sa lunaison dans les signes méridionaux, restant tantôt plus, tantôt moins sur l'horizon que dessous; qu'enfin dans la sphère paralléle elle soit sur l'horizon environ 14. jours de suite, & autant dessous avant que de reparoître: ce qui est très-conforme aux observations.

XVIII. LEÇON.

LE TEMS que la Lune employe à faire une révolution entiére dans son orbite, eſt de 27. jours 7. heures & environ 43. minutes. C'eſt ce qu'on appelle ſon *mois périodique.* Mois Périodique.

MAIS le tems qui s'écoule entre deux de ſes conjonctions avec le Soleil, eſt de 29. jours & demi, parce que cet aſtre s'avance d'environ 27. dégrés dans l'écliptique; tandis qu'elle fait ſa révolution autour de la Terre; ainſi il faut à celle-ci quelques jours de plus pour ſe retrouver en conjonction avec lui. Cet eſpace de tems de 29. jours & demi s'appelle le *Mois Synodique* de la Lune ou *Lunaiſon.* Mois ſynodique.

LA LUNE étant un corps opaque & ſphérique, ne peut jamais avoir que la moitié de ſa ſurface illuminée par le Soleil, comme nous l'avons remarqué au ſujet des planetes en général: & comme l'hémiſphère éclairé ſe préſente diverſement à nous dans le cours d'une lunaiſon, cela donne lieu à pluſieurs phaſes remarquables, qui ſont comme autant de points de diviſion pour le mois ſynodique. Phaſes de la Lune.

XVIII. LEÇON.

Quand la Lune eſt en conjonction avec le Soleil, alors ſon épaiſſeur empêche totalement que ſa partie éclairée ne puiſſe être apperçuë de la Terre ; cela s'appelle *nouvelle Lune.*

Après quelques jours de marche dans ſon orbite, la Lune nous laiſſe appercevoir un peu de ſa partie lumineuſe, ſous la forme d'un *Croiſſant* 1., (*fig.* 28.) qui a ſa convexité tournée vers l'Occident, parce que le Soleil eſt alors de ce côté-là.

Sept jours ou un peu plus après la nouvelle Lune, nous voyons la moitié de la partie éclairée ſous la forme d'un demi-cercle, quoique ce ſoit le quart d'une ſphère ; cette apparence vient de ce que la convexité de la ligne *a b*, (2), ne peut s'appercevoir, l'œil étant à une trop grande diſtance, & dans le même plan qu'elle. cette phaſe s'appelle *le premier quartier* de la Lune.

Quatorze jours & demi après la conjonction, la planete ayant parcouru la moitié de ſon orbite, a toute ſa partie illuminée vers la Terre, & nous la voyons comme un

disque circulaire, (3) quoique ce soit un hémisphère ; mais comme rien n'indique à l'œil que les parties du milieu sont plus avancées vers lui que celles des bords, il les juge toutes sur un même plan ; c'est ce qu'on nomme la *pleine Lune*. Alors la planete est en opposition avec le Soleil.

Enfin à compter de cette phase, la partie lumineuse va toujours en décroissant pour nous, à mesure que la Lune continuë d'avancer dans son orbite, comme il est aisé de le comprendre par l'inspection seule de la *Figure* (4. 5. 6.) ; de sorte qu'au 22. on n'apperçoit plus qu'un quartier de la Lune, semblable à celui du 7., avec cette différence qu'il a sa convexité apparente vers l'Orient, d'où lui vient alors la lumiére du Soleil : c'est *le dernier quartier*.

Lorsque le croissant est encore fort étroit, on voit assez distinctement le reste du corps de la Lune : ce qui produit ce phénomène, c'est la lumiére du Soleil réfléchie par la surface de la Terre ; car notre globe fait à cet égard pour cette planete

XVIII. LEÇON.

ce qu'elle fait pour nous ; comme nous avons clair de Lune, elle a clair de Terre, & avec des phases semblables à celles qu'elle nous présente.

Retard de la Lune dans son mouvement diurne.

LE LEVER de la Lune ou plûtôt son passage au méridien, retarde tous les jours d'une quantité de tems qui varie : en prenant le terme moyen, ce retard est de 48. minutes ; cela vient de la même cause dont j'ai fait mention précédemment, pag. 107. en observant que le Soleil fait sa révolution diurne un peu plus lentement que le Ciel des étoiles fixes. Le retard de la Lune est beaucoup plus considérable, parce que la marche de cette planete dans son orbite est bien plus rapide, que celle du Soleil dans l'écliptique.

Jour de la Lune, ou son mouvement de rotation sur son axe.

J'AI remarqué dans la 1ere. Section que la Lune nous montre toujours le même hémisphère ; on s'en apperçoit par les taches qui paroissent toujours situées à peu-près de même ; il faut, pour cet effet, qu'elle tourne sur son axe précisément dans le même espace de tems qu'elle employe à faire sa révolution autour de la Terre.

XVIII. LEÇON. Mouvement de libration de la Lune.

CEPENDANT les Aſtronomes apperçoivent par un petit mouvement de ces mêmes taches, une ſorte de balancement qu'ils appellent *libration*, & qu'ils attribuent, 1°., à ce que la Lune, comme les autres planetes, va tantôt avec plus, tantôt avec moins de vîteſſe dans ſon orbite, tandis que ſa rotation ſur ſon axe eſt uniforme; 2°., à ce que le plan de ſon équateur eſt un peu incliné à celui de ſon orbite; de ces deux cauſes, il réſulte, ſelon eux, que la Lune incline un peu tantôt l'un de ſes poles, tantôt l'autre vers la Terre.

La latitude de la Lune rend les éclipſes plus rares.

PAR CE QUE je viens de dire de la marche & des phaſes de la Lune, on voit que dans l'eſpace d'un mois cette planete ſe trouve une fois en conjonction, & une fois en oppoſition avec le Soleil; ces deux poſitions ou paſſages, que les Aſtronomes appellent *Syzygies*, ſembleroient devoir occaſionner autant d'éclipſes; car la Lune étant un corps opaque, eſt bien capable de faire ombre ſur la Terre en paſſant entr'elle & le Soleil, & de lui dérober pour un

XVIII. LEÇON.

tems la vûë de cet aſtre. Et la Terre à ſon tour ſe trouvant entre les deux aſtres, au tems de leur oppoſition, pourroit bien par la même raiſon empêcher la lumiére de l'un de parvenir juſqu'à l'autre. Cependant les pleines Lunes ſe paſſent très-ſouvent ſans être éclipſées, ainſi que les nouvelles Lunes, ſans que le Soleil le ſoit. Et quand l'un ou l'autre de ces deux aſtres s'éclipſe, ce n'eſt pas toujours de la même quantité, ni par le même bord du diſque.

Mouvement des nœuds de ſon orbite, contribuë encore à rendre les éclipſes moins fréquentes.

CE QUI fait qu'il n'y a pas toujours éclipſe aux nouvelles & aux pleines Lunes, c'eſt premiérement que l'orbite de la Lune eſt inclinée, comme je l'ai déjà dit, d'environ 5. dégrés au plan de l'écliptique, & en ſecond lieu, que les nœuds de cette orbite ont un mouvement progreſſif qui les fait changer de place à chaque lunaiſon. Arrêtons-nous un moment à ce dernier phénomène.

Le Cycle lunaire ou le Nombre d'or.

LE RETOUR de la Lune au Soleil ſe faiſant après 29. jours 12^h. $44'$., les 12. lunaiſons, au lieu de faire une année commune, ne font que 354. jours $\frac{1}{2}$, d'où il ſuit que ſi la Lune eſt nouvelle

velle au commencement de l'année, elle ne le sera pas au commencement de l'année suivante ; elle sera alors âgée de 11. jours. Au bout de 3. ans, il y aura 37. lunaisons & environ trois jours de plus ; mais au bout de 19. ans, les nouvelles & pleines Lunes se retrouvent aux mêmes quantiémes, & presqu'aux mêmes heures, parce que 19. ans ou 228. de nos mois, répondent à un nombre exact de lunaisons, savoir, à 235. Cette révolution de 19. ans est ce qu'on nomme *le Cycle lunaire*, ou *le Nombre d'or*.

L'année de la naissance de Jesus-Christ étoit la 2e. du Nombre d'or ; c'est pour cela que pour avoir le Nombre d'or qui répond à telle ou telle année de l'Ere Chrétienne, il faut ajouter 1. à cette année, & diviser le tout par 19. ; ce qui reste est le nombre qu'on cherche. Ainsi pour l'année 1764., par exemple, il faut diviser la somme 1765. par 19., il reste 17. qui est le Nombre d'or pour l'année 1764.

Les Epactes.

Les lunaisons ne reviennent pas précisément à la même heure tous les 19. ans ; la différence monte à

XVIII. LEÇON.

un jour dans l'espace de 304. ans. C'est pourquoi l'on a imaginé depuis la découverte du Nombre d'or, d'autres nombres qu'on nomme *Epactes*, qu'on fait répondre au Nombre d'or, & qui servent à trouver l'âge de la Lune avec plus de précision. Les épactes expriment pour chaque année l'âge qu'avoit la Lune à la fin de l'année précédente. A la fin de l'année 1759., par exemple, la Lune étoit âgée de 12. jours, c'est-à-dire, qu'il y avoit 12. jours écoulés depuis la nouvelle Lune; ces 12. jours sont ce qu'on appelle *Epacte* pour l'année 1760.

Suivant ce qui a été dit ci-dessus, on voit que l'épacte augmente de 11. jours chaque année. Si l'on veut trouver les épactes pendant ce siécle, il faut diviser le Nombre d'or par 3.; s'il reste 1. à la division, on ôte 1. du Nombre d'or pour avoir l'épacte; s'il reste 2., on ajoute 9. au Nombre d'or; & s'il reste 3., on ajoute 19., & l'on a l'épacte. Si la somme excéde 30., l'excès sera l'épacte. En 1764,, par exemple, le Nombre d'or est 17., lequel nombre étant divisé par 3., il reste 2. C'est pourquoi au Nombre

d'or 17., j'ajoute 9.; la somme 26. est l'épacte que je cherche.

XVIII. LEÇON.

Par-là, il est aisé de trouver l'âge de la Lune pour un jour proposé; il n'y a qu'à ajouter ensemble ces trois choses, l'épacte de l'année, le nombre des mois écoulés depuis Mars inclusivement, & le quantiéme du mois; la somme sera l'âge de la Lune. Mais si cette somme surpasse 30., le surplus est l'âge de la Lune, si le mois à 31. jours; mais s'il n'en a que 30., ce sera le surplus au-delà de 29. qu'il faudra prendre. Supposons, par exemple, qu'on demande l'âge de la Lune pour le 25. Avril 1764., on additionnera ensemble 26. d'épacte, 2. pour le nombre des mois, & le quantiéme qui est 25.; la somme sera 53., d'où l'on ôtera 29., parce qu'Avril n'a que 30. jours; le reste 24. est l'âge de la Lune pour le 25. Avril 1764.

Pour en revenir aux éclipses, je dis que ces deux causes combinées, savoir, l'inclinaison de l'orbite de la Lune, & le mouvement progressif des nœuds de cette orbite les rendent possibles, & en diminuent en même

XVIII. LEÇON.

tems la fréquence ; car de ce que l'orbite est inclinée d'un certain nombre de dégrés, il arrive très-souvent qu'aux tems de l'opposition & de la conjonction, la Lune a assez de latitude, ou, ce qui est la même chose, est assez élevée au-dessus, ou assez abaissée au-dessous du plan de l'écliptique, pour que la lumiére du Soleil parvienne sans obstacle jusqu'à elle dans le premier cas, & jusqu'à la terre dans le second. Mais parce que les nœuds, au lieu d'être fixes, parcourent successivement les différens points de l'écliptique, il peut arriver, & il arrive en effet de tems en tems, qu'ils se rencontrent avec les Syzygies, c'est-à-dire, que la Lune se trouve,, ou dans le plan même, ou fort près du plan de l'écliptique, lorsqu'elle entre en opposition ou en conjonction avec le Soleil : dans le premier cas l'ombre de la Terre la couvre en tout ou en partie ; dans le second, c'est elle qui nous cache le Soleil plus ou moins. Aidons-nous d'une figure.

Causes des Eclipses.

Eclipses de Lune.

COMME le Soleil & la Terre ne sortent point du plan de l'éclipti-

que, le centre de l'ombre de celle-ci y eſt auſſi: je repréſente ici cette ombre par les taches noires & circulaires *A*, *B*, *C*, *N* (*fig.* 29.) que je fais couper diamétralement par une portion *E E* de la circonférence de l'écliptique. Soit préſentement *L L* une portion de l'orbite de la Lune, & l'un de ſes nœuds au point *N*.

Lorſque la planete ayant beaucoup de latitude comme *F*, ſe trouve en oppoſition avec le Soleil, elle reçoit librement la lumiére de cet aſtre par-deſſus l'ombre de la Terre, ſi l'oppoſition arrive avant le nœud deſcendant, comme nous le ſuppoſons dans *la Figure*; ou par-deſſous, ſi c'eſt avant le nœud montant. Si elle a moins de latitude comme *G*, une partie de ſon diſque eſt couvert par l'ombre de la Terre, & cette éclipſe n'eſt que *partiale*, parce que la planete n'eſt éclipſée qu'en partie. Si elle a encore moins de latitude comme *H*, l'éclipſe devient preſque *totale*. Enfin ſi l'oppoſition arrive juſtement lorſque la Lune eſt dans le nœud de ſon orbite, l'éclipſe eſt non-ſeulement totale, mais *centrale*.

XVIII. LEÇON.

La Lune totalement éclipsée, ne cesse pas pour cela d'être visible : elle paroît sous une couleur de cuivre rouge, ou d'un fer ardent qui commenceroit à s'éteindre. Cet effet vient des rayons solaires qui se réfractent dans l'atmosphère terrestre, & qui se croisant après, vont illuminer foiblement l'astre qui ne reçoit plus les rayons directs. Cette lumiére est foible, parce qu'elle est en petite quantité ; & elle est rouge, parce qu'il n'y a gueres que les rayons propres à produire cette couleur, qui ayent la force de percer entiérement l'épaisseur de notre atmosphère en pareille circonstance.

Eclipses du Soleil.

Par une figure à peu-près semblable à la précédente, & en supposant le disque solaire aux places des taches noires par lesquelles j'ai représenté l'ombre de la Terre, on peut comprendre aisément comment la nouvelle Lune peut se passer sans éclipse de Soleil, comment elle peut l'occasionner, & pourquoi celles qui ont lieu ne sont pas toujours ni de la même grandeur, ni de la même forme. Car quand la Lune

au tems de sa conjonction, a une latitude suffisante comme *F* (*fig.* 30.) elle n'empêche pas que le Soleil qui est plus loin qu'elle par rapport à nous, ne nous éclaire comme dans tout autre tems, parce que la lumiére de cet astre passe ou par-dessous ou par-dessus, suivant que la latitude de cette planete est boréale ou australe. Quand elle en a moins comme *G* ou *H*, elle nous couvre en passant une partie plus ou moins grande du disque solaire : si la conjonction se fait à l'endroit même du nœud comme *I*, alors l'éclipse est centrale : mais elle n'est pas pour cela totale, parce que si le disque apparent de la Lune n'est point assez grand pour couvrir entiérement celui du Soleil, celui-ci déborde l'autre tout autour comme un anneau lumineux, ce qui fait qu'on appelle cette éclipse *annulaire*, I N (*fig.* 30.)

XVIII. LEÇON.

Cet anneau est plus ou moins large, selon que les disques apparens du Soleil ou de la Lune sont plus ou moins grands au tems de l'éclipse. Pour bien entendre ceci, il faut se souvenir que ces deux astres en par-

XVIII. LEÇON.

courant leurs orbites, sont tantôt plus loin, tantôt plus près de la Terre, ce que j'ai fait connoître ci-devant sous le nom d'apogée & de périgée : or selon les loix de l'Optique, les objets nous paroissent plus grands quand ils sont plus près de nous, & plus petits quand ils en sont plus éloignés. Le disque apparent d'un astre est donc plus petit dans l'apogée que dans le périgée ; si lorsque l'éclipse arrive, la Lune se trouve dans son apogée, ou qu'elle en approche, & qu'au contraire dans le même tems le Soleil soit au périgée ou à peu-près, le disque de la Lune suffira moins que jamais, pour couvrir entiérement celui du Soleil ; & l'on doit comprendre qu'il le couvrira davantage, ou entiérement, quand les deux circonstances que je viens de supposer seront moins complettes, que l'une des deux manquera, ou que même les circonstances opposées auront lieu, c'est-à-dire, quand le Soleil étant dans son apogée, la Lune sera dans son périgée : alors l'éclipse de Soleil sera non-seulement totale, mais encore *avec demeure*.

La

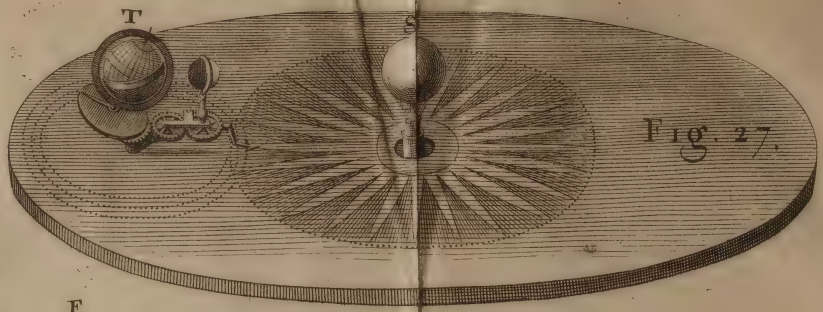


Fig. 27.

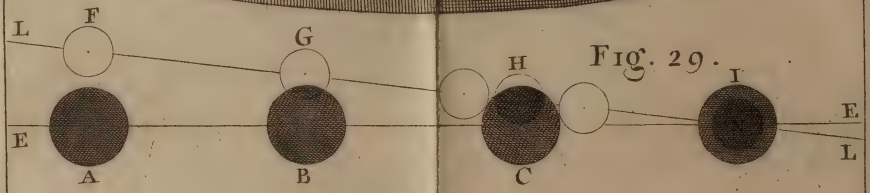


Fig. 29.

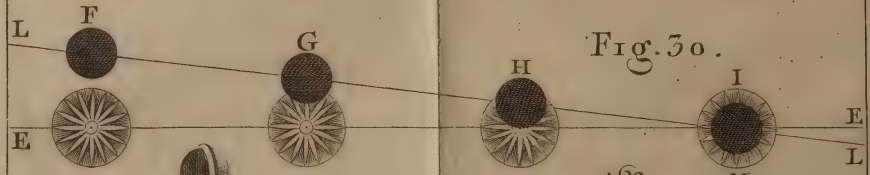


Fig. 30.

Fig. 26.

Fig. 28.

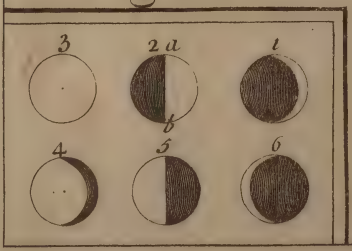
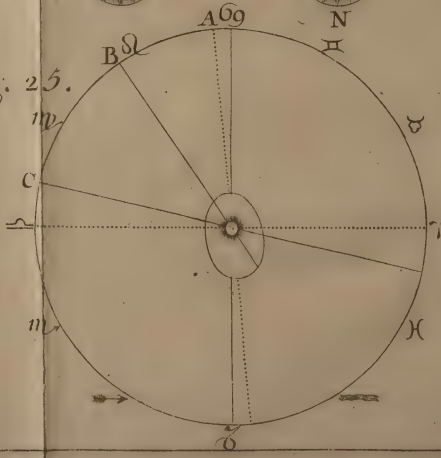


Fig. 25.



La Lune passe devant le Soleil, parce qu'elle chemine plus vîte dans son orbite, que lui dans l'écliptique ; mais comme l'un & l'autre mouvement sont dirigés d'Occident en Orient, c'est aussi dans ce sens que le premier de ces deux astres gagne le second de vîtesse : c'est pourquoi l'on voit toujours le Soleil commencer à s'éclipser par son bord occidental. Et par la même raison dans l'éclipse de Lune, c'est toujours le bord oriental de cette planete, qui se plonge le premier dans l'ombre de la Terre ; car cette ombre, qui ne va point plus vîte que le Soleil, doit être rencontrée par la Lune suivant la direction du mouvement respectif de celle-ci, laquelle est, comme je viens de le dire, d'Occident en Orient.

XVIII. LEÇON.

Dans chaque éclipse de Soleil ou de Lune, il y a principalement trois choses à observer, sur lesquelles les Astronomes sont très-attentifs, & qui exigent de leur part certaines précautions assez délicates ; savoir, l'immersion, le milieu de l'éclipse, & l'émersion : l'immersion est l'en-

XVIII. LEÇON.

trée d'un astre dans l'ombre de celui qui doit l'éclipser ; il faut en saisir le commencement, & la fin qui se nomme *l'immersion totale* : l'émersion est la sortie hors de l'ombre ; on fait pareillement tout ce qu'on peut, pour en observer exactement le commencement, & la fin qui s'appelle *l'émersion totale*.

Pour mesurer la grandeur d'une éclipse, on suppose qu'on a divisé en 12. parties égales, qu'on nomme *doigts*, la largeur de l'astre éclipsé, ou plûtôt celui de ses diamétres qui coupe l'ombre par son centre au moment même du milieu de l'éclipse ; puis en comptant combien de ces parties sont couvertes par l'ombre, on dit telle éclipse a été de 3., de 4., de 6. doigts, &c.

Comme la Lune est de beaucoup plus petite que la Terre, son ombre forme aussi un cône bien moins gros, & si court que quand cette planete est dans ses moyennes distances seulement, la pointe n'atteint pas jusqu'à la surface de la Terre ; de-là il arrive deux choses qu'il est bon de remarquer : 1o. qu'une éclipse de

Soleil, fût-elle centrale, n'eſt pas viſible pour toutes les parties de la Terre qui doivent être alors éclairées par cet aſtre, & que celles-là même qui l'apperçoivent, ne voyent pas le Soleil éclipſé de la même quantité ; au lieu qu'une éclipſe de Lune par la raiſon contraire, s'apperçoit par-tout où cette planete ſeroit viſible, ſi elle n'étoit point éclipſée. 2°. Que l'anneau lumineux qui entoure le diſque de la Lune, lorſqu'il couvre concentriquement le Soleil, ne dure que quelques minutes pour le même lieu, parce que, pour le voir parfaitement, il faut avoir l'œil dans l'axe prolongé de l'ombre lunaire, lequel chemine auſſi vîte que le mouvement de la Lune ſurpaſſe en vîteſſe celui du Soleil.

Réflexions ſur les cauſes des mouvemens réels qu'on obſerve dans les Cieux.

J'AI expoſé dans les deux Sections précédentes, les phénomènes céleſtes les plus connus, ou qu'il importe le plus de connoître ; je les ai déduits immédiatement des mouvemens réels ou apparens que les Obſervations nous garantiſſent. Je ſens bien que cette Leçon ſeroit plus

XVIII. LEÇON.

complette, si je pouvois développer ici, & faire connoître les premiers ressorts de ces mouvemens, les causes physiques, par lesquelles tout le système planétaire s'entretient dans l'état où l'Auteur de la nature l'a mis en lui donnant l'existence ; mais quelque parti que je prisse sur cela, je ne pourrois offrir à mes Lecteurs que des hypothèses ou défectueuses & presque abandonnées, ou plus heureuses à la vérité, mais qu'on ne peut, sans leur faire tort, renfermer dans les limites que ces Leçons élémentaires exigent.

Je me contenterai donc de rappeller ici une partie de ce que j'ai prouvé touchant les forces centrales dans la seconde Section de la Ve. Leçon, en ajoutant un mot de ce que pensent la plûpart des Mathématiciens sur la nature de ces forces considérées dans les mouvemens des astres, afin seulement de faire entrevoir comment, à l'aide d'observations plus recherchées & plus exactes qu'elles ne l'avoient été dans les siécles passés, on est parvenu à expliquer les phénomènes célestes avec

plus de vraisemblance, & plus complétement qu'on ne l'avoit pu faire auparavant.

On se souviendra donc, 1°. qu'un mobile quelconque, qui décrit une courbe rentrante sur elle-même, annonce d'une maniére certaine que son mouvement est produit & entretenu par deux forces ou puissances, dont l'une le tire ou le pousse vers un endroit déterminé de l'espace circonscrit par cette courbe, tandis que l'autre le sollicite à s'éloigner de ce même endroit par la tangente de la courbe qu'il décrit.

2°. Que la nature de la courbe décrite par le mobile, dépend du rapport d'intensité & de direction que gardent entr'elles ces deux forces que nous avons nommées *centripete* & *centrifuge*.

De sorte que si pendant la révolution entiére du mobile, chacune d'elles demeure constamment la même, la courbe dont il s'agit devient un cercle.

Si dans le cours de la révolution, les deux forces qui la produisent, changent de rapports, mais d'une

XVIII. LEÇON.

maniére ſymmétrique, c'eſt-à-dire, par exemple, que dans le 1er. & le 3e. quart la force centrifuge augmente d'une certaine quantité; que dans le 2e. & le 4e. elle diminuë d'autant, il en réſultera une courbe ſymmétrique, & toujours rentrante.

Si au contraire les décroiſſemens ou les augmentations de l'une des deux forces ſe font irréguliérement, la courbe décrite ſe reſſentira de cette irrégularité, quoiqu'elle rentre ſur elle-même par le retour des deux forces à leur premier rapport.

Ces principes étant poſés, quand nous voyons une planete principale, comme Jupiter ou Saturne, tourner autour du Soleil; quand nous obſervons pareillement que les planetes du ſecond ordre, comme la Lune, font des révolutions périodiques autour de leurs planetes primitives, nous pouvons conclure en toute ſûreté, que tous ces aſtres ſont animés par deux forces; que l'une les pouſſe ou les tire vers l'aſtre autour duquel elles circulent, tandis que l'autre tend à les en éloigner par la tangente de la courbe qu'ils ſuivent en circulant ainſi.

XVIII. LEÇON.

Et comme les obſervations nous apprennent que les orbites des planetes, tant du premier que du ſecond ordre, ne ſont point des cercles, mais des ellipſes, il faut croire que dans le cours de chaque révolution, les deux forces qui produiſent cette courbe, changent pluſieurs fois de rapport, & d'une maniére à peu près ſymmétrique, reprenant à la fin de la révolution le même qu'elles avoient en la commençant.

Mais d'où viennent originairement ces deux forces, & de quelle nature ſont-elles, pour faire ſubſiſter tous ces mouvemens ſans altération ſenſible pendant un ſi grand nombre de ſiécles? Voilà ce qui intrigue depuis long-tems les Philoſophes, & ſur quoi leur imagination s'eſt exercée avec plus d'efforts que de ſuccès. Leurs méditations ſur ce ſujet n'ont encore produit que des hypothèſes pour ou contre leſquelles on diſpute éternellement, qu'on admet ou qu'on rejette, ſuivant qu'on eſt bien ou mal prévenu à leur égard, ou plûtôt à l'égard des Auteurs ou des Nations qui les dé-

XVIII. LEÇON.

fendent. Car dans ce monde l'esprit de parti se mêle ainsi de tout, & s'enflamme sur toutes sortes d'objets.

Je ne sais si je me trompe ; mais il me semble que Newton s'y est pris d'une manière bien sage & bien raisonnable : au lieu de s'amuser à chercher & à deviner les causes premières, pour en déduire ensuite les phénomènes comme des conséquences, il a commencé, au contraire, par bien examiner ce qui se passoit sous ses yeux & autour de lui ; il en a étudié les causes immédiates ; il en a fait l'application à des effets plus éloignés, & en remontant ainsi du petit au grand, du plus connu à ce qui l'étoit moins, il est parvenu à expliquer d'une manière très-heureuse, les plus grands mouvemens de la nature ; & ce qui inspire une grande confiance pour la route qu'il a suivie, c'est qu'en marchant sur ses pas, en suivant sa méthode, on ramene tous les jours à ses principes des phénomènes de détail qui sembloient s'en écarter, des espèces d'exceptions qu'il avoit laissées en arrière, ou dont on n'a-

voit pas encore connoissance de son tems.

Plusieurs Philosophes avant Newton, avoient soupçonné dans les corps une tendance mutuelle des uns vers les autres ; parce qu'en effet il y a bien des cas où nous les voyons s'approcher & se joindre, sans que nous appercevions (au moins clairement) une cause externe à qui l'on puisse attribuer cet effet. Si cette tendance étoit une vertu innée dans la matière, elle devroit être, dit-on, proportionnée à la masse des corps ; & il seroit naturel de penser qu'à différentes distances, elle devroit agir plus ou moins fortement, & suivre en cela une certaine loi.

Newton adoptant cette idée, & regardant la propension que les corps ont à se joindre comme un phénomène général, sans se mettre aucunement en peine de décider s'il a lieu par une force intrinseque & innée dans la matière ; ou s'il est produit par une cause méchanique & externe, qui échappe à nos sens & à nos recherches ; Newton, dis-je,

XVIII. LEÇON.

partant de ce point, supposa que les corps pesent les uns vers les autres, & s'attirent mutuellement en raison directe des masses, & en raison inverse du quarré de la distance: il fit d'ailleurs abstraction de tout milieu résistant, & considéra les Cieux, sinon comme un espace vuide, au moins comme remplis d'un fluide incapable d'alterer, par sa résistance, les mouvemens des corps célestes.

Dans cette hypothèse, il examina avec une sagacité digne de son vaste génie, & par des calculs aussi exacts que penibles, ce qui devroit arriver à des portions de matiéres qui se trouveroient dans des circonstances semblables à celles où les observations nous apprennent que sont les planetes, tant du premier que du second ordre; les résultats de ses opérations lui apprirent que ces portions de matiéres supposées, devroient faire tout ce qu'on voit faire, à peu de différence près, aux corps qui composent notre systême planétaire. C'est ce que peuvent voir en détail ceux qui sont en état d'en-

tendre ſon Livre *des Principes de la Philoſophie Naturelle*, ſoit en étudiant l'original, ſoit en liſant les traductions qu'on en a faites, & en s'aidant des Commentaires qu'on y a joints. (*a*) Les perſonnes qui ne ſeront point aſſez initiées en Mathématiques, pour entreprendre une pareille lecture, pourront y ſubſtituer celle *des Elémens de Phyſique de M. Graveſende*, Tome II. Livre VI. IIe. Partie, ou *les Traités Elémentaires d'Aſtronomie*, que j'ai recommandés au commencement de cette Leçon.

Ce que Newton n'a pris que comme une hypothèſe, lui a ſi bien réuſſi, que bien des gens aujourdhui regardent l'attraction comme une cauſe premiére, & innée dans la matiére, comme une vertu qui ne dépend d'aucun méchaniſme, mais ſeulement de la volonté toute libre & toute puiſſante du Créateur, qui a pu, diſent-ils, pourvoir à la durée

(*a*) Voyez la Traduction & les Notes des RR. PP. Jacquier & le Seur, Minimes, imprimée à Genêve en 1739; & celle de Madame la Marquiſe du Châtelet, imprimée à Paris en 1759.

XVIII. LEÇON.

des mouvemens dont il a originairement animé l'Univers, par deux moyens aussi-bien que par un seul, par l'attraction réciproque des corps, & par l'impulsion que nous leur voyons exercer les uns sur les autres.

Cette opinion a de la vraisemblance, & il ne faut pas s'étonner qu'elle entraîne à elle un grand nombre de mathématiciens occupés des mouvemens célestes, & qui ont pour objets de leurs recherches les plus grands phénomènes de la nature. Mais il faut convenir que la Physique de nos jours, qui se glorifie d'être purgée à jamais de ces qualités occultes qui l'avoient rendu si ridicule, ne doit point voir, sans peine, qu'on fasse rentrer dans la matière une vertu abstraite, un être inconnu, & même inintelligible, & qui ne tient en rien au Méchanisme. Il n'est pas moins dur pour les Physiciens de reconnoître dans les Cieux une matière sans résistance, ou comme telle, c'est presque dire une matière qui n'est point matière : d'ailleurs l'attraction, proprement dite, n'est pas aussi heureuse sur la Terre

qu'elle paroît l'être dans le Ciel ; je veux dire qu'elle quadre moins bien avec les effets naturels que nous avons sous les yeux, qu'avec ceux que nous ne voyons que de loin, & dont nous ne saurions appercevoir toutes les nuances. Tous les jours on découvre dans la Physique expérimentale, que ce qu'on vouloit attribuer à ce principe, s'explique aussi-bien, & souvent même encore mieux, par l'impulsion ; ou s'il est quelque cas où elle n'aille pas aussi-bien en apparence, il faut, pour y ajuster l'attraction, lui attribuer d'autres loix que celles suivant lesquelles on la fait agir, pour rendre raison de ce qu'on observe dans les Cieux. (*a*)

XVIII. LEÇON.

Aussi ne faut-il pas croire que tous ceux qui comptent sur la tendance que les corps célestes ont les uns vers les autres, & qui expriment ce fait par le mot d'*attraction*, admettent pour cela cet être métaphy-

(*a*) Voyez ce que j'ai dit de l'attraction proprement dite dans l'Appendice qui est à la fin de la VIIIe. Leçon, Tome II. au sujet des Tuyaux Capillaires, & des causes de la dureté & de la fluidité des corps.

XVIII. LEÇON.

sique dont il est ici question ; c'est une expression commode pour tout Astronome, pour tout Mathématicien qui traite du mouvement des astres, mais qui ne tire point à conséquence ni pour ni contre l'idée qu'il a du principe.

J'ai regret de terminer cette Leçon sans parler du flux & du reflux de la mer : ce phénomène qui dépend visiblement de l'action de la Lune & de celle du Soleil sur le globe terrestre, se présente naturellement à la suite de ce que je viens d'exposer touchant ces trois corps, & il est assez curieux & assez important pour intéresser nos Lecteurs ; mais c'est par cette raison même que je me trouve comme forcé de le renvoyer à une autre occasion. Il y a trop à dire, tant sur ce grand effet, que sur ses causes ; & pour se mettre passablement au fait, il est si nécessaire d'en bien saisir toutes les circonstances, qu'il vaut mieux, à mon avis, n'en rien dire que de n'en point dire assez : l'abondance des matières que j'ai à faire entrer dans ce volume, ne me permet pas de traiter ce sujet

avec l'étenduë qu'il exige ; mon deſſein eſt d'y revenir ainſi qu'à pluſieurs autres queſtions que j'ai omiſes, ou un peu trop reſſerrées dans le cours de cet Ouvrage ; ce ſera de quoi former le ſupplément que j'ai promis dans ma préface, & que je regarde comme un engagement contracté, dont je déſire fort de pouvoir m'acquitter. XVIII. LEÇON.

On pourra lire ſur le flux & reflux de la mer, les quatre piéces qui ont remporté le prix propoſé par l'Académie Royale des Sciences en 1740. Les phénomènes y ſont expoſés avec beaucoup d'ordre & d'exactitude ; & quant aux cauſes, quoique les Auteurs ne les faſſent point dériver des mêmes principes, on y verra avec plaiſir que chacun d'eux fait valoir en habile homme celui qu'il a adopté ou imaginé.

XIX. LEÇON.

Sur les propriétés de l'Aimant.

XIX. LEÇON.

AVANT que l'on sût de quelle utilité pouvoit être l'Aimant, on le regardoit déjà comme une merveille qui méritoit une attention toute particuliére : en effet, eût-il été possible de voir sans intérêt & sans admiration deux matiéres (l'aimant & le fer) à l'exclusion de toute autre, s'affectionner, pour ainsi dire, au point de se chercher, de se joindre, & de s'attacher ensemble avec une force qui égale quelquefois l'effort d'un poids de 60. ou 80. livres. C'est une espéce de prodige, non-seulement aux yeux du vulgaire qui ne soupçonne rien au-delà de ce qu'il voit; mais le Physicien même qui cherche, & qui croit trouver la cause secrette de ce phénomène dans l'action d'un fluide invisible, qui pousse ces deux corps l'un vers l'autre, est toujours fort embarrassé de

de dire pourquoi dans toute la nature il n'y a que deux êtres soumis à cette impulsion, & comment avec un contact d'une si petite largeur, la pression du fluide prétendu peut devenir si grande. La curiosité seule auroit fait de cette double question un sujet digne de recherches ; l'intérêt s'y est joint lorsque l'on découvrit la direction de l'aimant, & que l'on apperçut l'avantage qu'on en pouvoit tirer pour la navigation principalement. Quels efforts n'a point faits depuis l'esprit humain, pour augmenter & perfectionner ses connoissances à cet égard ! les plus habiles Physiciens du siécle précédent & de celui-ci, ont presque tous donné une partie de leur tems à cette étude. Que d'expériences & d'observations pour découvrir les loix de la vertu magnétique ! que d'hypothèses pour en expliquer les causes !

XIX. LEÇON.

Si je voulois rapporter ici tout ce qui a été fait & dit sur cette matiére, je passerois de beaucoup les bornes que je me suis prescrites dans cet Ouvrage, & ce que j'en rappor-

XIX. LEÇON.

terois ne seroit peut-être pas ce qu'on y trouveroit de plus utile; de tout ce que l'on a pu savoir jusqu'ici de l'aimant, je n'exposerai donc que ce qui me paroîtra le plus intéressant & le plus propre à faire connoître ses principales propriétés, je me servirai de la connoissance même des effets, pour remonter, autant qu'il sera possible, à celle de leurs causes.

L'origine, la nature, & les qualités sensibles de l'Aimant.

L'AIMANT est une pierre qui se trouve communément dans les mines de fer ou de cuivre, ou dans leur voisinage: celui qu'on estime le plus, vient des Indes; on en apporte aussi d'assez bons d'Italie, d'Allemagne, de Suede & d'Espagne: les Droguistes à Paris en tiennent dans leurs magasins des tonneaux pleins qu'ils font venir d'Auvergne, & dont on fait usage pour certains remèdes extérieurs. Dans la grande quantité, j'en ai quelquefois trouvé des morceaux qui méritoient d'être armés; mais cela est rare, & la vertu de ces aimants est toujours médiocre.

M. de Réaumur, regardoit le fer comme un aimant imparfait, & d'au-

tres considerent l'aimant comme un fer mêlé de parties terrestres, & des autres principes qu'on y reconnoît, en l'examinant selon les régles de la Chymie. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'on a vu la rouille de fer, mêlée avec des parties grasses & de la pierre commune, former par succession de tems un composé tout-à-fait semblable à l'aimant naturel (a) Quoi qu'il en soit, ce minéral a les caractères distinctifs des pierres ; il se calcine au feu, il se pulvérise sous le marteau : & il n'a pas ceux des métaux ; il n'est ni fusible, ni malléable.

XIX. LEÇON.

Cette pierre est ordinairement dure & brune : cependant j'en ai vu des morceaux qui étoient d'un blanc grisâtre ; & d'autres qui étoient tellement tendres, qu'on pouvoit les entamer avec l'ongle ; la couleur & la dureté ne tirent point absolument à conséquence ; car les morceaux dont je viens de parler, étoient passablement forts. L'aimant ne pese point tout-à-fait autant que le fer ;

(a) Histoire de l'Acad. des Sciences 1731. pag. 20.

XIX. LEÇON.

(*a*) mais il pese plus que les pierres dont la dureté égale à peu-près la sienne, comme le marbre, le caillou, &c.

Propriétés de l'Aimant; comment on découvre s'il a des poles.

TOUTES les pierres d'aimant n'ont point cette vertu, & ces propriétés dont nous avons à parler dans cette Leçon. Pour s'en assurer, il faut les plonger dans de la limaille de fer (ou d'acier, car l'un & l'autre doivent être regardés ici comme ne faisant qu'un seul & même métal;) & si la pierre retient cette limaille, qu'elle en paroisse hérissée, & qu'à deux endroits opposés, qu'on doit nommer *les Poles*, ces petites barbes de fer s'élevent presque perpendiculairement à la surface, comme on peut voir en *A* & en *B*, (*fig.* 1.,) alors on peut compter que cet aimant aura les propriétés dont nous allons parler en détail.

(*a*) D'autres que moi prétendent que l'aimant pese spécifiquement autant ou plus que le fer, & ils peuvent avoir raison; la différence de nos opinions vient apparemment de ce que l'Aimant étant une matière fort mêlée de parties hétérogenes, sa pesanteur spécifique varie suivant les individus.

XIX. LEÇON.

PREMIERE PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

L'attraction.

L'Aimant attire le fer ; c'eſt-à-dire, que ces deux matiéres ſe portent l'une vers l'autre, ou tendent à ſe joindre, & que lorſqu'elles ſe touchent, on ne peut les ſéparer ſans effort.

I. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut eſſuyer la pierre qui eſt repréſentée par la *Figure* 1ere. ; & tenir un de ſes poles à la diſtance d'un demi-pouce ou environ d'un carton ſur lequel on aura répandu de la limaille de fer.

EFFETS.

On voit la limaille s'élancer vers la pierre, & former à ſa partie inférieure une eſpéce de barbe, comme on le peut voir par la *Figure* 2.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

La *Figure* 3. repréſente une cuvette pleine d'eau, ſur laquelle on

XIX. LEÇON.

fait flotter un petit Cygne d'émail qui est creux, & qui tient dans son bec un bout de fil de fer plié en plusieurs sens comme une petite anguille.

EFFETS.

Lorsqu'on présente l'aimant par l'un de ses poles, près de la tête du Cygne, la petite anguille de fer qu'il tient en son bec est attirée, & toute la figure obéit à cette attraction; elle fait autant de chemin que l'on veut, si l'on a soin d'éloigner la pierre à mesure que le Cygne approche, & si le fer & l'aimant se joignent, on est obligé de se servir des deux mains pour les séparer.

OBSERVATIONS.

Quoiqu'une pierre d'aimant qui a des poles, attire toujours le fer sans aucune préparation, il s'en faut bien qu'elle ait autant de force étant nuë, que quand elle est *armée*, c'est-à-dire, quand chacun de ses poles est revêtu d'une lame de fer, terminée par une petite masse qui excéde de quelques lignes la surface inférieure de la pierre, comme *N*, *S*,

Armure; de quel métal il convient de la faire.

(*fig.* 4.) La différence eſt ſi grande, que l'aimant qui eſt repréſenté ici, & que je garde depuis 15. ans, peut à peine ſoutenir une demi-livre de fer lorſqu'il eſt nud; & avec ſon armure, il porte facilement un poids de 27. livres & demie.

Ce qu'il y a de ſingulier encore, c'eſt que la pierre n'agit point immédiatement; c'eſt aux maſſes de fer *S*, *N*, qu'il faut que le contact ſe faſſe; c'eſt pourquoi l'on fait un portant de fer *C*, auquel on acroche le poids que l'aimant eſt en état de porter.

Comme l'acier n'eſt autre choſe que du fer préparé par le mêlange de quelques matiéres étrangeres qu'on y incorpore, & que, par conſéquent, il eſt moins fer qu'il n'étoit avant cette préparation, on s'étoit perſuadé qu'il en étoit moins propre à faire les armures de l'aimant, & le portant qui communique de l'une à l'autre; des Expériences de M. Dufay (*a*) ont montré qu'il faut les faire en effet avec du

(*a*) Voyez les Mém. de l'Acad. des Sciences de 1730. pag. 155. & ſuiv.

XIX. LEÇON.

fer doux ; mais en retenant cette pratique, qui est bonne, il faut renoncer, je pense, au raisonnement qui l'a suggérée ; car nous verrons par la suite, que l'acier trempé très-dur, s'aimante mieux que le fer doux : ce n'est pas pour la première fois qu'un mauvais raisonnement a donné occasion à une bonne découverte.

Différents dégrés de force dans les Aimants.

TOUTES les pierres d'aimant n'ont point une égale force ; & il n'y a guères que l'épreuve même qu'on en fait, qui puisse montrer ce que chaque aimant peut faire ; car la grosseur, la couleur, le dégré de dureté, &c. sont des signes extrêmement équivoques : en général, on peut dire que les petites pierres ont plus de force à proportion que les grandes ; on trouvera bien plus fréquemment un aimant qui pesant deux onces, en soutienne 20., qu'un autre de deux livres qui porte dix fois son poids : cette différence paroît être fondée sur ce que la force de l'aimant tient principalement à ses poles ; dans une grosse pierre ils sont trop étendus ; la vertu qui en

en émane n'eſt point ſi concentrée.

On remarque auſſi que la figure & les dimenſions y entrent pour quelque choſe ; quand les poles ſont fort diſtants l'un de l'autre, c'eſt la diſpoſition la plus avantageuſe qu'ils puiſſent avoir. Il ne faut pas douter auſſi que la puiſſance d'un aimant ne dépende beaucoup de la façon dont il eſt armé : Joblot & Buterfield ſe ſont diſtingués dans ce genre au commencement de ce ſiécle, parce qu'ils ont joint beaucoup d'intelligence à une longue pratique. Aujourdhui le ſieur Pierre le Maire les remplace aſſez bien ; & l'on eſt heureux de trouver dans l'occaſion un ouvrier qui entende ce qu'il fait. XIX. LEÇON.

L'OPINION commune eſt que l'aimant n'attire que du fer ; cependant M. Geofroy le Médecin, trouva que les cendres de pluſieurs végétaux obéiſſoient auſſi à la vertu magnétique ; & feu M. Muſchenbroek, après un grand nombre d'expériences, a donné une liſte aſſez étenduë des matiéres qu'il a trouvées ſuſceptibles de cette attraction, ſoit en les éprouvant dans leur état naturel, ſoit en les fai- Le fer ſeul attirable par l'Aimant.

XIX. LEÇON.

sant rougir au feu avec une matiére graſſe, végétale ou animale ; mais bien loin d'en conclure que l'aimant attire autre choſe que du fer, il a penſé comme M. Lémery, & comme tout le monde penſe aujourdhui, que tout ce qui ſympathiſe avec la vertu magnétique eſt du fer caché ou développé. Nous avons déjà dit ailleurs que ce métal, par le grand uſage que l'on en fait, ſe trouve répandu par-tout ; & c'eſt un fait connu de tous les Chymiſtes, que les métaux ſe révivifient de leurs propres cendres quand on y ajoute quelque matiére graſſe. On ne doit donc pas être ſurpris que pluſieurs ſortes de terres ainſi préparées, que l'émeril & certains ſables ſans aucune préparation, s'attachent à l'aimant, puiſqu'il y a de fortes raiſons pour croire que toutes ces matiéres contiennent du fer ; & peut-on en douter, lorſqu'en y mêlant une infuſion de noix de galles, on les rend noires ?

Il ne faut pourtant pas croire que tout ce qu'on trouve attaché à l'aimant dans ces ſortes d'épreuves, ſoit du fer : il ſuffit, pour cet effet, que chaque petite maſſe contienne quel-

que parcelle de ce métal : la vertu de l'aimant étant beaucoup plus forte qu'il ne faut pour vaincre le poids de la partie métallique sur laquelle seule elle agit, l'emporte avec tout ce qu'elle a d'étranger ; comme l'aimant de la *figure* 4. soutient un poids de 27. livres, qui peut être de pierre ou de toute autre matière, parce que ce poids est accroché au portant *C* qui est de fer.

L'aimant réduit en poudre n'a plus de poles, & par conséquent n'est plus en état d'attirer le fer : lorsqu'on l'employe dans les emplâtres, on ne doit donc le regarder que comme un astringent ou un détersif ; ce seroit une puérilité de croire qu'un pareil topique eût quelque vertu particuliére pour guérir une playe qui viendroit d'un coup de fer, ou pour attirer en dehors quelque morceau de ce métal qui seroit enfoncé dans les chairs.

On ne voit pas non plus ce qui peut faire regarder l'aimant, même lorsqu'il est armé, comme un préservatif contre l'apoplexie, ou contre les affections vaporeuses. Et pour

XIX. LEÇON.

le dire en passant, rien n'est plus dangereux que ces fausses idées en matière de remèdes : car si l'on est assez crédule pour y mettre sa confiance, on se dispense trop légérement des précautions qui seroient plus raisonnables & plus efficaces ; & plus elles sont nécessaires, plus on risque en leur substituant ainsi ce qui ne peut les remplacer.

Avantages qu'on peut tirer de cette propriété de l'Aimant.

COMME la vertu magnétique n'a de prise que sur le fer, on peut quelquefois tirer parti de cette propriété pour séparer des matières précieuses qui se trouveroient mêlées avec du fer ; si l'on avoit, par exemple, limé du fer & de l'or ensemble, on pourroit par ce moyen séparer ces deux métaux. Il seroit à souhaiter que les Fondeurs eussent cette attention lorsqu'ils ont acheté du cuivre en limailles ; les ouvrages fondus en seroient plus épurés ; on ne rencontreroit pas dans la fonte, en la travaillant, des grains de fer ou d'acier qui gâtent les outils, & qui ne permettent pas qu'on puisse finir certaines piéces, dont la matière doit être absolument d'une dureté uniforme.

N'eſt-ce point à de pareils défauts qu'on doit attribuer une partie des accidens qu'on voit arriver aux moulins à poudre ; les pilons ont beau être armés de cuivre, on a beau faire de ce même métal les outils avec leſquels on grate, ou l'on choque ces armures pour en détacher la compoſition ; s'il s'y trouve des grains d'acier, il n'en faut pas davantage avec quelque gravier, pour produire une étincelle qui mette le feu à toute la fabrique. XIX. LEÇON.

Montagnes d'Aimant, ce qu'on en doit penſer.

Je n'oſerois combattre ici d'une maniére ſérieuſe l'idée romaneſque de ces montagnes d'aimant qui détournent les vaiſſeaux de leur route, & qui les font aborder malgré eux ; on ſait aſſez que ces êtres d'imagination n'ont aucune place dans l'Hiſtoire Naturelle, & que leurs prétendus effets n'en méritent pas davantage en Phyſique. J'ai vu l'Iſle d'Elbe qui a peut-être donné lieu à ces ſortes de contes, parce qu'en effet elle contient beaucoup d'aimant ; mais j'en ai examiné plus de ſix quintaux ſans en trouver un morceau qui valût la peine d'être taillé

XIX. LEÇON.

& armé ; & dans tout l'Etat de Florence à qui appartient cette Isle, je n'ai vu personne qui pensât qu'elle fût capable d'agir sur la ferrure des vaisseaux qui se trouvent ou qui passent dans son voisinage.

SECONDE PROPRIETÉ DE L'AIMANT.

La répulsion.

Un Aimant attire & repousse un autre Aimant, suivant la maniére dont ils se présentent l'un à l'autre.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

S M, (*fig.* 5.) sont les deux poles d'un aimant de médiocre grosseur, qui flotte sur l'eau par le moyen d'une petite gondole de cuivre très-mince, & fort légere dans laquelle il est posé ; *m s* est un autre aimant pareil au premier, que l'on tient dans la main par son équateur ; il faut que la vertu magnétique soit un peu forte dans ces deux pierres, ou au moins dans l'une des deux.

EFFETS.

Lorsque le pole *m* se présente au pole *S* de l'aimant qui flotte, ou ré-

ciproquement le pole *M* de celui-ci au pole *s* de l'autre, les deux pierres tendent à s'approcher & à se joindre.

Mais elles se repoussent visiblement, lorsqu'on met les poles de même nom, c'est-à-dire, *M* & *m*, *S* & *s*, vis-à-vis l'un de l'autre.

IV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Sur le bout d'une aiguille de bois de 15. pouces de longueur ou environ, portée sur un pivot, mettez en équilibre avec quelque petit poids un morceau d'aimant brute dont vous ayez reconnu les poles. Prenez à la main un pareil morceau d'aimant, & faites les mêmes épreuves que dans l'expérience précédente.

EFFETS.

Vous aurez les mêmes résultats.

OBSERVATIONS.

Quand on fait ces expériences avec des aimants qui ont beaucoup de vertu, il ne faut point approcher de fort près les poles de même nom l'un

XIX. LEÇON.

de l'autre ; car alors comme il eſt rare qu'ils ſoient tous deux d'égale force, il arrive aſſez ſouvent que le plus foible ſe laiſſe entraîner par le plus fort ; au lieu d'une répulſion qu'on devroit avoir, il y a attraction.

Je ferai voir bien-tôt que le fer aimanté a toutes les propriétés de l'aimant ; une lame de ce métal qui a été touchée, a donc deux poles comme la pierre même ; ainſi les expériences que je viens de rapporter, ſe font pareillement avec deux aiguilles aimantées, ou bien avec une aiguille & un aimant.

La vertu magnétique agit à travers toutes ſortes de matiéres.

DE QUELQUE maniére que la nature opere cette attraction & cette répulſion, on peut dire qu'aucun obſtacle que l'on connoiſſe, (ſi l'on en excepte une trop grande diſtance) n'y met empêchement ; car ces effets n'en arrivent pas moins, quoique l'on interpoſe entre le fer & l'aimant toutes ſortes de matiéres, tant ſolides que fluides, du carton, du bois, du verre, de l'eau, de la flamme, &c.

Si l'on promene une pierre armée ſous un carton ou ſous un carreau

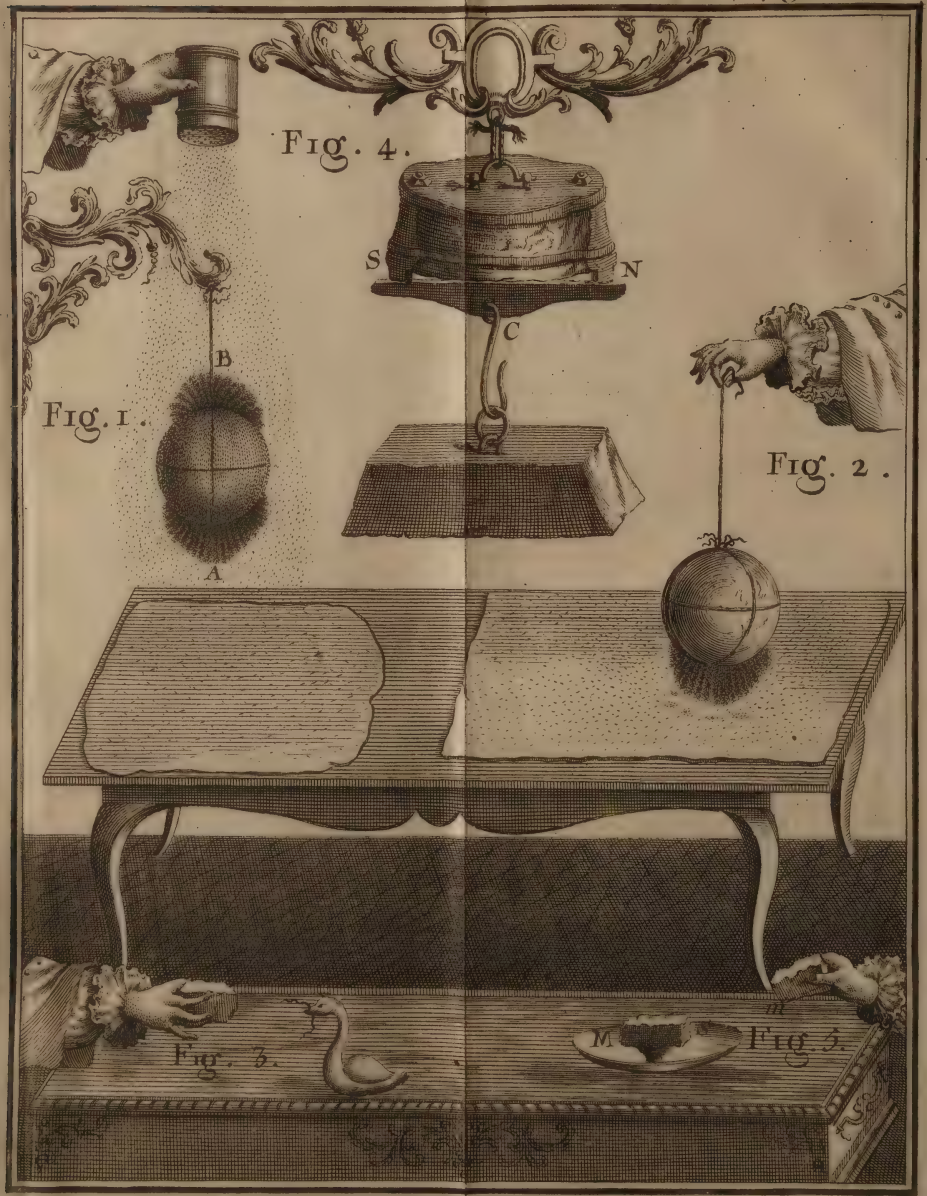


Fig. 4.
S
N
C
B
Fig. 1.
A
Fig. 2.
Fig. 3.
M
Fig. 5.

de verre, couvert de limaille de fer, tous ces petits fragmens se dressent & se hérissent aux endroits qui répondent successivement aux poles de l'aimant, & font voir d'une maniére sensible & curieuse la route qu'on lui fait tenir ; voyez la *Figure 6.* qui représente un aimant, dont les deux poles *N S* tournent horizontalement sous un carton mince couvert de limaille de fer. La pierre pour recevoir ce mouvement, est montée sur une tige de métal qu'on fait tourner avec une manivelle *M*, deux poulies *P*, *P*, & une corde sans fin.

Si l'on met une petite lame de fer en équilibre sur un pivot, au fond d'un vase de verre, & qu'on l'empliſſe d'eau ou de toute autre liqueur, l'aimant ou le fer aimanté qu'on promene autour du verre, exerce son action sur la petite lame, nonobstant l'interposition du verre & de l'eau, &c. (*fig.* 7.)

Enfin si cette lame de fer mobile est entourée d'un petit auge plein d'esprit-de-vin, & qu'on y mette le feu, la flamme qui s'éleve de toutes parts n'empêche pas que

XIX. LEÇON.

l'aimant ne faſſe encore tourner le fer. (*fig.* 8.)

Applications curieuſes de cette propriété de l'Aimant.

CETTE propriété du magnétiſme d'agir ainſi à travers les corps ſolides & opaques, comme à travers les matiéres fluides & tranſparentes, en impoſe ſouvent aux yeux lorſqu'elle eſt employée avec adreſſe ; j'ai vu des horloges de chambre qui n'avoient point d'autre aiguille pour marquer les heures, qu'une petite mouche d'acier poli & devenu bleu, qui gliſſoit ſur une feuille de laiton fort mince & fort unie, qui faiſoit le fond du cadran, ſans que l'on vît ce qui la faiſoit mouvoir ainſi. Elle ſuivoit un aimant qui tournoit derriére, & dont elle n'étoit ſéparée que par la feuille même de cuivre poli, ſur laquelle on la voyoit gliſſer vis-à-vis des heures. On peut juger, par ce petit artifice, de tous ceux qu'on peut imaginer dans ce genre.

TROISIEME PROPRIETÉ DE L'AIMANT.

XIX. LEÇON.

La communication de la vertu magnétique.

L'Aimant communique ses propriétés au fer, de sorte qu'une lame de ce métal étant aimantée, peut être considérée comme un véritable Aimant, & s'appliquer aux mêmes expériences.

V. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut avoir plusieurs lames de fer, dont chacune ait environ une ligne & demie d'épaisseur, un pied ou 15. pouces de longueur, & 5. à 6. lignes de largeur : des bouts de fleurets sont très-bons pour cet usage, & j'ai même remarqué que cette espèce d'acier que les ouvriers appellent *étoffe*, réussit mieux que le fer pur. On touche toutes ces lames l'une après l'autre à un fort aimant bien armé, observant de faire glisser chaque face d'un bout à l'autre, & dans le même sens sur la masse *N* de l'armure, (*fig.* 9.) On réunit ensuite toutes ces lames aimantées, en mettant du même côté toutes les extrémités que l'aimant a touchées les der-

XIX. LEÇON.

nières ; & l'on ſerre cet aſſemblage avec des ligatures de cuivre, garnies de vis ou autrement (voyez la *fig.* 10.) Mais une attention qu'il faut avoir, c'eſt de ne donner aucun coup de marteau, aucunes ſecouſſes rudes à ces piéces, ſoit avant, ſoit après les avoir aſſemblées.

EFFETS.

Ce faiſceau de verges aimantées, que l'on a nommé *Aimant artificiel*, peut s'employer à toutes les expériences précédentes comme un aimant naturel; il a deux poles, dont l'un *m* attire la pierre flottante de la *figure* 5. lorſqu'on le préſente vers *S*, & la repouſſe quand on le tourne vers *M*. Il ſe charge de limaille ou de clous par l'un & l'autre bout : il agit à travers toutes les matiéres qu'on oppoſe à ſon action ; & il communique la vertu magnétique autant, & mieux à proportion, qu'une bonne pierre d'aimant armée.

OBSERVATIONS.

L'aimant, ſoit naturel, ſoit artificiel, en communiquant ſes propriés-

tés au fer, ne perd rien de sa vertu ; on a beau aimanter un grand nombre de lames à la même pierre, & de suite, on ne s'apperçoit point qu'elle en soit épuisée.

XIX. LEÇON.

IL ARRIVE pourtant quelquefois qu'un aimant perd sa force par succession de tems : on remarque aussi, quoique plus rarement, qu'il en acquiert ; & en général il paroît que le magnétisme se fait sentir plus vigoureusement l'hiver lorsqu'il regne un vent de Nord, que dans toute autre saison, & par un tems pluvieux : l'affoiblissement vient plûtôt des secousses rudes, de la rouille des armures, ou d'un violent dégré de chaleur, peut-être aussi d'une position désavantageuse & de longue durée.

La vertu magnétique communiquée s'affoiblit ou se perd en certains cas.

CE NE sont pas les aimants capables de soutenir un plus grand poids, qui sont toujours, comme on le pourroit croire, les plus propres à communiquer une grande vertu au fer : on en voit qui portent peu, & qui touchent puissamment ; d'autres qui portent beaucoup, & qui communiquent peu de vertu. C'est ce qui

Distinction des aimants en généreux & en vigoureux.

XIX. LEÇON.

les fait distinguer par les noms de *vigoureux* & de *généreux* ; ceux-ci sont les plus forts quant à la communication ; ceux-là sont les plus puissans pour l'attraction & pour la répulsion : il n'est quelquefois pas besoin de toucher, il suffit d'approcher le fer d'un aimant bien généreux.

Procédé à observer pour communiquer la vertu magnétique.

LA communication du magnétisme, lorsqu'elle se fait par attouchement, ou seulement par approche, s'opere en très-peu de tems ; c'est-à-dire, qu'au premier tact une lame de fer s'aimante sensiblement ; mais sa vertu augmente jusqu'à un certain point, si elle est touchée à plusieurs reprises, & du même sens ; car lorsqu'on la touche alternativement en sens contraire, elle perd au second contact ce qu'elle avoit acquis dans le premier.

Aiguilles de Boussoles; de quoi il convient qu'on les fasse.

ON fait d'acier toutes les aiguilles de boussoles : si elles étoient de fer doux, elles s'aimanteroient peut-être plus aisément ; mais il est essentiellement nécessaire qu'elles soient bien légéres pour être très-mobiles, & qu'elles puissent conserver long-

tems leur vertu magnétique ; si elles étoient de fer, elles plieroient trop aisément, ou bien il faudroit les faire plus épaisses, & par conséquent plus lourdes : d'ailleurs on sait par expérience que l'acier, s'il ne s'aimante pas aussi aisément, garde mieux que le fer la vertu magnétique qu'on lui fait prendre.

XIX. LEÇON.

Aimants artificiels, leur histoire, & leurs différentes constructions.

LES aimants artificiels, tels que celui dont on a fait usage dans la dernière expérience, n'ont point une force proportionnée au nombre des lames qui les composent : c'est-à-dire, que si chaque lame séparée des autres, a la force de soutenir deux onces de fer, huit lames semblables, lorsqu'elles sont réunies, n'en portent point une livre, comme il semble qu'elles devroient faire ; il y a toujours du rabais plus ou moins, suivant que leur union est plus ou moins parfaite, ou bien selon quelqu'autre circonstance dont on ignore encore l'importance.

On peut remarquer aussi que ces assemblages de lames aimantées communiquent au fer beaucoup plus de vertu à proportion qu'un aimant

XIX. LEÇON.

naturel ; & quand on a des aiguilles de bouſſole à toucher, ou que quelqu'un a la curioſité de faire aimanter un couteau ou une épée, on doit préférer pour cette opération l'aimant artificiel à la pierre armée.

Je crois que cet avantage vient de la grande diſtance qu'il y a d'un pole à l'autre, car j'ai obſervé que c'eſt une figure avantageuſe pour une pierre, lorſque ſa plus grande longueur ſe trouve compriſe entre les deux piéces de ſon armure.

En 1740., il me prit envie de ſavoir ſi l'aimant artificiel gagneroit beaucoup d'être armé : le ſieur Pierre le Maire, dont j'ai fait mention ci-deſſus, m'en compoſa un de douze lames d'acier trempé, dont chacune avoit huit pouces de longueur, une ligne d'épaiſſeur, & environ dix lignes de largeur ; il en fit un faiſceau qu'il ſerra fortement avec des ligatures de cuivre, & aux extrêmités duquel il attacha deux armures ſemblables à celles que l'on met aux pierres d'aimant ; voyez la *Figure* 11.

Cet aimant qui avant d'être armé n'enlevoit

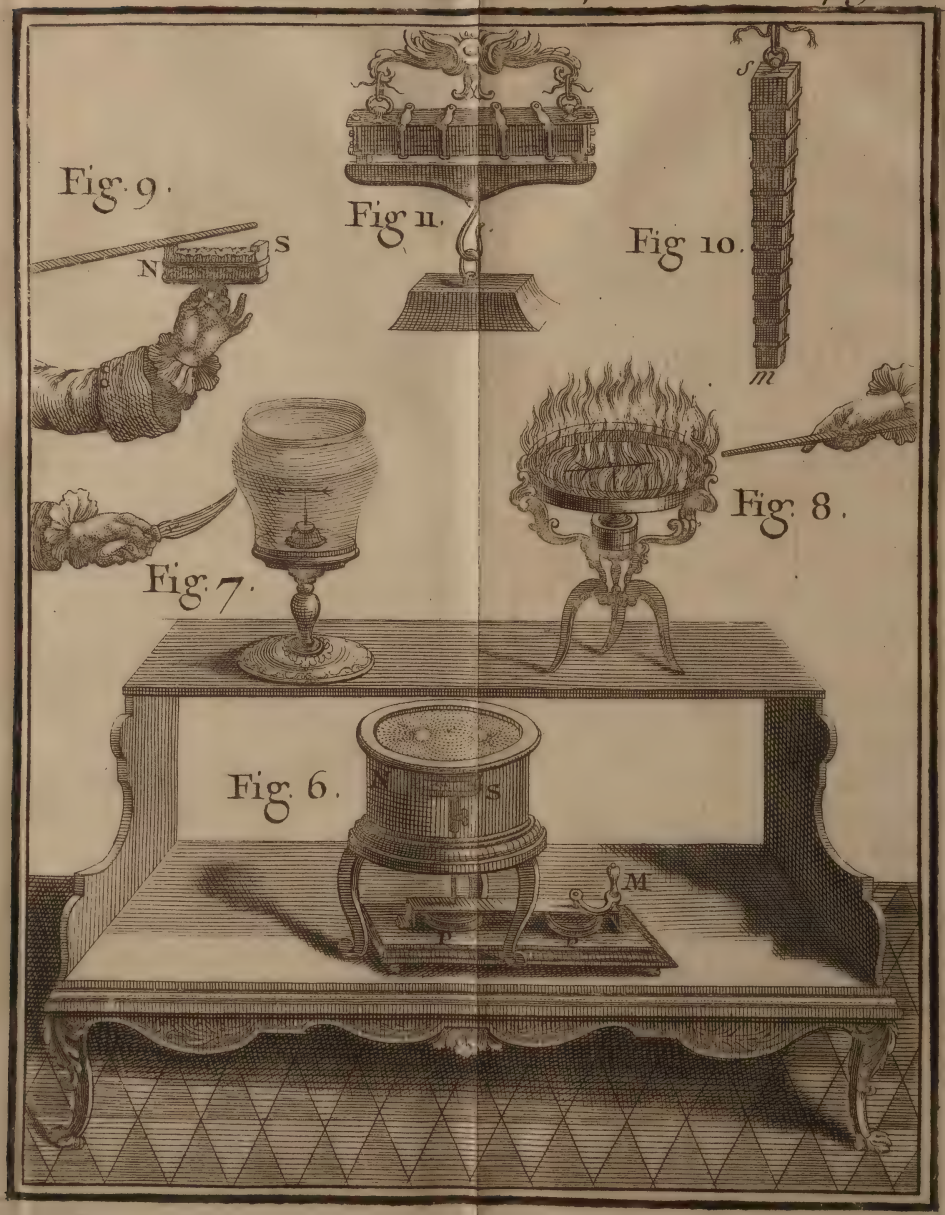


Fig. 9.
N
S
Fig 11.
Fig 10.
S
m
Fig. 8.
Fig. 7.
Fig. 6.
N
S
M

n'enlevoit par le bout le plus fort qu'une livre & demie de fer, ou à peu-près, porta, quand il le fut, un poids de six livres & demie par le moyen d'une piéce de fer qu'on mit en contact sur les deux masses des armures. C'est la premiére fois de ma connoissance, qu'on ait réuni l'action des deux poles d'un aimant artificiel, par une lame de fer qui communiquât de l'un à l'autre.

XIX. LEÇON.

En 1746. M. Knight, Médecin Anglois, montra à la Société Royale de Londres un nouvel aimant artificiel qu'il avoit composé de deux barreaux d'acier trempé dur, longs de 15. pouces, situés parallélement entr'eux, séparés l'un de l'autre par une régle de bois *C* de 8. à 9. lignes de large, les extrêmités communiquant ensemble par deux petites piéces de fer doux *a a*, *b b*, aussi larges & aussi épaisses que les barreaux, avec cette attention que le pole Nord de l'un répondoit au pole Sud de l'autre : voyez la *Figure* 12. qui représente cet assemblage.

M. Knight avec cet instrument changea à plusieurs reprises, en pré-

XIX. LEÇON.

fence de la compagnie, les poles d'un aimant naturel, non armé & foible; & il montra d'une maniére déciſive que l'acier trempé bien dur, s'aimante plus fortement que le fer doux, & l'acier recuit après la trempe.

Pour faire ces expériences, il ôta les deux piéces de fer doux qui faiſoient communiquer enſemble ſes deux barreaux; il les ouvrit enſuite comme les deux branches d'un compas, & les aligna bout-à-bout l'un de l'autre ſur une table, de maniére que le pole Sud de l'un touchoit le pole Nord de l'autre, comme on le peut voir par la *Figure* 13. Il plaça ſucceſſivement ſur ces barreaux des aiguilles de bouſſoles de mer, les unes d'acier trempé très-dur, les autres d'acier revenu au bleu, ou de fer doux; il les plaça, dis-je, de façon que le centre de chacune d'elles répondît à la jonction des deux barreaux; puis en faiſant appuyer deſſus avec la main, il tira les deux barreaux en ſens contraires, & fit parcourir au pole Nord de l'un la moitié de l'aiguille, & l'autre moitié de la même

aiguille au pole Sud du barreau opposé. Par cette épreuve réitérée plusieurs fois de suite, on vit que les aiguilles d'acier, qui avoient une trempe complette, avoient contracté une bien plus grande vertu, & d'attraction, & de direction, que celles qui avoient été recuites après la trempe, ou qui n'étoient faites que de fer doux.

M. Knight changea plusieurs fois les poles d'une pierre d'aimant nuë, en la plaçant entre les deux barreaux, toujours alignés, mais séparés de maniére que le pole Nord de la pierre touchât le pole Nord de l'un d'eux, & son pole Sud, le pole de même nom de l'autre barreau. Cette pierre ayant demeuré un bon quart-d'heure dans cette situation, eut ses poles en sens contraires de ce qu'ils étoient auparavant; on la laissa ensuite autant de tems entre les deux barreaux, son axe ou la ligne de ses poles, coupant à angles droits l'alignement des barreaux; les poles de la pierre changeant encore de place, se mirent dans la direction de l'aimant artificiel.

XIX. LEÇON.

Peu de tems après, M. Knight nous envoya de petits barreaux d'aciers longs de 3. à 4. pouces, sur environ trois lignes & demie de diamétre, qui portoient sans aucune armure, 7. à 8. fois la valeur de leur poids; & ce qu'il y avoit de plus merveilleux, c'est que M. Knight a toujours assuré qu'il leur faisoit prendre cette vertu magnétique, sans le secours d'aucun aimant naturel ni artificiel.

M. Duhamel, par différens procédés, chercha à imiter ces barreaux magnétiques, dont le Médecin Anglois a toujours fait mystère; & il parvint à en faire d'aussi forts, en partant de deux faits déjà connus; savoir, 1°., que quand on aimante une lame de fer ou d'acier, le bout qui est touché le dernier a toujours plus de vertu que l'autre; 2°. que quand on aimante une petite lame sur une plus grande qui lui sert de support, elle prend par ce moyen plus de vertu qu'elle n'en recevroit si elle étoit seule.

M. Duhamel commença donc par toucher avec un aimant naturel de

petits barreaux d'acier trempé, posés au bout, & sur une barre beaucoup plus grande, & qui avoit déjà touché à l'aimant; ensuite il les mit à la maniére de M. Knight entre deux barres magnétiques, ayant soin de rendre les poles de différens noms contigus les uns aux autres, & par-là il parvint à aimanter ces petits barreaux aussi fortement que ceux qui avoient été envoyés d'Angleterre. (*a*)

Mais cette imitation n'étoit pas complette, en supposant que M. Knight ne se servît d'aucun aimant naturel ou artificiel, pour donner la vertu magnétique à ses barreaux; MM. Michell & Canton en Angleterre, & M. Antheaume à Paris, se proposerent de deviner son secret, ou au moins de parvenir au même but d'une maniére quelconque. (*b*)

(*a*) Voyez le détail de ces expériences, *Mém. de l'Acad. Royale des Sciences*, 1745., *pag. 18. & suiv. & 1750., pag. 154. & suiv.*

(*b*) Tous ceux qui se sont proposé de faire prendre au fer la vertu magnétique sans le toucher à l'aimant, ont dû se souvenir que le P. Grinaldi, Jésuite, il y a environ 200. ans, observa qu'une barre de fer tenuë pendant quelque tems dans une situation verticale, s'aimantoit

XIX. LEÇON.

Le premier vint à bout de donner un commencement de vertu magnétique à un petit barreau d'acier, qu'il plaça bout-à-bout entre deux barres de fer, sur une table un peu inclinée au Nord, ayant soin que ces trois corps contigus fussent alignés dans le plan du méridien magnétique, & en traînant dessus, & à plusieurs reprises, dans la direction du Nord au Sud, le bout d'une troisiéme barre de fer élevée presque verticalement.

Le second obtint le même effet, en attachant le petit barreau d'acier contre la partie supérieure d'un fourgon de fer, & en traînant dessus de bas en haut, & à plusieurs fois, le bout inférieur d'une de ces pincettes qui servent communément à attiser le feu.

Voici la méthode que j'ai vu pratiquer avec succès au troisiéme (à

assez pour attirer par son extrêmité d'en bas, la pointe Sud d'une aiguille de bousole, & la repousser par son extrêmité d'en haut; phénomène qui s'est confirmé depuis par l'observation qu'en fit Gassendi sur la tige de la croix du clocher de S. Jean d'Aix en Provence, & par unepareille remarque qui fut faite à la fin du dernier siécle, à l'occasion d'une pareille croix à Chartres.

M. Antheaume) & je copie ses propres paroles. " Sur une planche, dit-
" il, inclinée dans la direction du
" courant magnétique, c'est-à-dire,
" pour Paris inclinée à l'horizon de
" 70. dégrés du côté du Nord, je
" place de file deux barres de fer
" quarrées, de 4. à 5. pieds de lon-
" gueur sur 14. à 15. lignes d'épais-
" seur, limées quarrément par leurs
" extrêmités intérieures, ou qui se re-
" gardent, entre lesquelles je laisse
" un intervale de six lignes; j'appli-
" que à chacune de ces extrêmités
" une espêce d'armure, formée avec
" de la tole de deux lignes d'épais-
" seur, 14. à 15. lignes de largeur,
" & une ligne de plus de hauteur,
" dont le côté qui doit être appliqué
" à la barre est limé, & entiérement
" plat; trois des bords de l'autre face
" sont taillés en biseau ou chanfrein;
" le quatriéme qui doit excéder d'une
" ligne l'épaisseur de la barre, est li-
" mé quarrément pour former une
" espêce de talon. Pour remplir le
" reste de l'intervalle, je mets entre
" ces deux armures une petite lan-
" guette de bois de deux lignes d'é-

XIX. LEÇON.

XIX. LEÇON.

„ paisseur. Tout étant ainsi disposé ; „ & placé, comme je l'ai dit dans la „ direction du courant magnétique, „ je glisse sur ces deux talons à la fois, „ suivant la longueur des barres de fer, „ la barre d'acier que je veux aiman- „ ter, la faisant aller & venir lente- „ ment d'un de ses bouts à l'autre, „ comme on feroit si l'on aimantoit „ sur les deux talons d'une pierre „ d'aimant. Voyez la *Figure* 14. qui „ représente tout cet appareil. (*a*)

„ J'ai été surpris moi-même, „ ajoute M. Antheaume, de voir que „ j'aimantois ainsi tout d'un coup, „ non-seulement de petites barres „ comme celles de MM. Michell & „ Canton, mais de grosses barres d'a- „ cier d'un pied de longueur, & mê- „ me plus longues, ce qu'on n'ob- „ tiendroit jamais par leurs métho- „ des. L'expérience m'a fait connoî- „ tre depuis que cette opération „ produit des effets encore plus sur-

(*a*) *A B*, la planche ou le madrier incliné ; *C D*, *E F*, les doux barres de fer alignées ; *l l*, les deux armures de tole ; *h i*, la lame de bois qui est entre les armures ; *K L*, la lame à aimanter.

prenants,

„ prenants, en employant des barres „ de fer de dix pieds de longueur „ chacune; la force magnétique que „ reçoit pour lors la barre d'acier, „ égale celle qu'elle recevroit d'un „ très-bon aimant, &c. „ *Mem. sur les Aimants artificiels, qui a remporté le prix de l'Acad. de Pétersbourg en 1760. A Paris, chez Butard, 1760.*

XIX. LEÇON.

De quelque maniére que les barreaux ayent reçu la vertu magnétique, on en fait des aimants artificiels d'une très-grande force, en les multipliant & en les distribuant en deux faisceaux séparés l'un de l'autre par deux dez de bois d'un pouce d'épaisseur, les poles de différens noms communiquant ensemble de part & d'autre par une armure de fer doux, comme les barreaux simples de M. Knight : voyez la *figure* 15. J'en ai un de cette espéce qui porte 75. liv.

Feu M. Bazin, qui a écrit sur les courans magnétiques, m'envoya, il y a 10. ou 12. ans, de Strasbourg des aimants artificiels, qu'il faisoit d'un seul barreau tourné en forme de fer à cheval, comme on le peut voir

XIX. LEÇON.

par la *figure* 16. Ils ont cet avantage que les deux poles, comme aux aimants naturels, communiquent ensemble par un contact ou portant de fer doux, auquel on accroche le poids qu'on veut faire porter.

Quant à la maniére de toucher avec les faiſceaux de M. Michell, les barreaux qui forment l'aimant artificiel de M. Knight, repréſenté par la *figure* 12.; MM. Duhamel & Antheaume recommandent le procédé ſuivant comme le meilleur : il faut placer l'aſſemblage déſigné par la figure que je viens de citer, ſur une table un peu longue; que chaque barreau *A A*, (*fig.* 17.) ſe trouve tour à tour dans l'alignement de deux autres barres d'acier *D B* & *B E*, longues de deux pieds & demi ou trois pieds; puis on place ſur le milieu du barreau *A*, le bout *N* (*fig.* 18.) de l'un des faiſceaux, & le bout *S* de l'autre; & l'on traîne à pluſieurs repriſes & doucement celui-ci juſqu'en *D*, & celui-là juſqu'en *E*; ce que l'on réitere pour chaque barreau ſur les deux faces oppoſées.

Fig. 12.

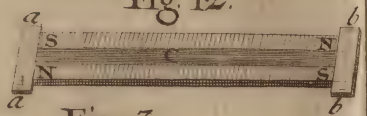


Fig. 13.

Fig. 16.

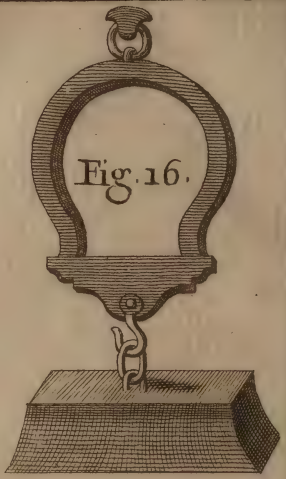


Fig. 18.

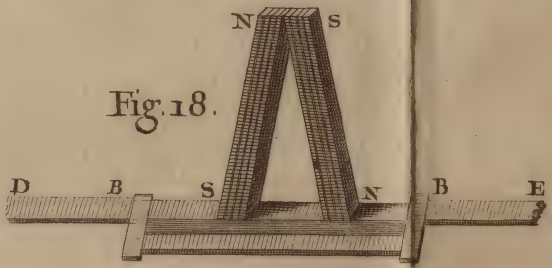


Fig. 17

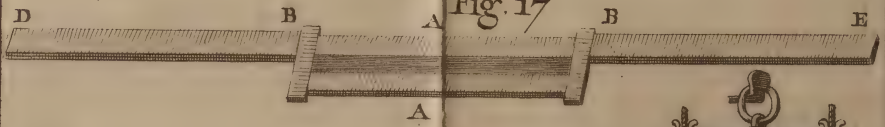


Fig. 15.

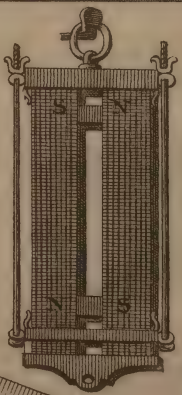
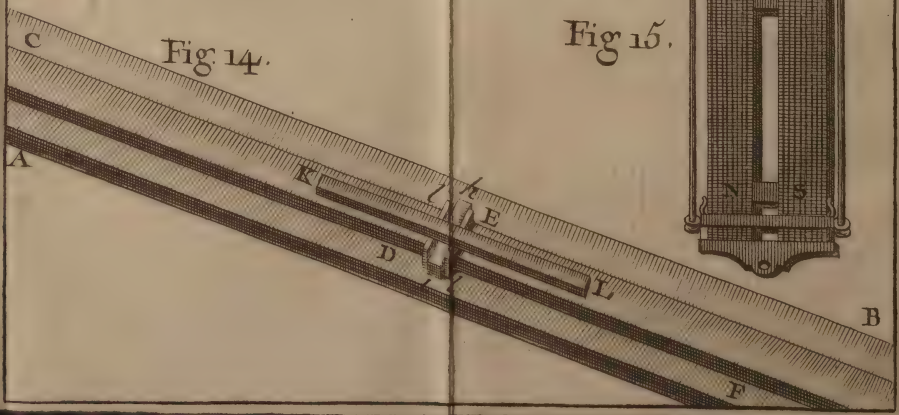


Fig. 14.



L'hiſtoire des aimants artificiels, la maniére de les conſtruire & de s'en ſervir, pour toucher les aiguilles de bouſſoles, c'eſt ce qu'il y a de plus intéreſſant & de plus nouveau dens cette matiére : je crois en avoir dit aſſez pour ſatisfaire la curioſité du plus grand nombre de mes Lecteurs ; ceux qui voudront de plus amples inſtructions, pourront conſulter les Mémoires de l'Academie des Sciences ou celui de M. Antheaume cités ci-deſſus ; ou bien ſe pourvoir d'un Ouvrage in-12., imprimé à Paris en 1752., chez Guérin & Delatour, lequel eſt intitulé : *Traité ſur les Aimants artificiels.... Par le R. P. Rivoire de la Compagnie de Jeſus.*

XIX. LEÇON.

QUATRIEME PROPRIETÉ DE L'AIMANT.

L'Aimant naturel ou artificiel dirige l'un de ſes poles vers le Nord, & l'autre vers le Sud.

La direction

VI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

1°. On fait flotter ſur l'eau une

XIX. LEÇON.

petite pierre d'aimant comme celle de la 3e. Expérience (*fig.* 5.)

2°. On place sur un pivot une aiguille de boussole bien aimantée, (*fig.* 19.;) on prend soin qu'il n'y ait ni fer ni aimant à 3. ou 4. pieds de distance aux environs.

3°. Il faut connoître à peu-près la position du lieu où l'on est, par l'inspection du Soleil ou autrement.

EFFETS.

On remarque aisément que la pierre & l'aiguille dirigent l'un de leurs poles vers le Nord, & l'autre du côté du Midi; & si l'on fait quelque mouvement qui les dérange de cette direction, aussi-tôt qu'elles sont libres, elles affectent toujours de la reprendre.

OBSERVATIONS.

La direction de l'aimant est de toutes les propriétés qu'on lui connoît, celle qui nous a été la plus utile jusqu'à présent. Celui qui s'apperçut le premier qu'une lame de fer aimantée, lorsqu'elle avoit la liberté de se mouvoir facilement, se

XIX. LEÇON.

tournoit de maniére que ſes deux extrêmités indiquaſſent le Nord & le Sud, demeura probablement occupé de cette nouveauté, & ne penſa point à en faire d'autre uſage que d'exciter l'admiration de ceux qui pouvoient n'en avoir point encore eu connoiſſance: mais dans le grand nombre des admirateurs, il étoit bien difficile qu'il ne ſe rencontrât enfin quelqu'un de ces génies attentifs à mettre à profit les découvertes que l'on doit aſſez ſouvent au hazard. Il s'en trouva en effet, & l'on penſa qu'un inſtrument capable d'indiquer par lui-même le Nord & le Sud, devoit être d'un grand ſecours à quiconque auroit beſoin de s'orienter dans des tems & dans des lieux où le Ciel ne pourroit être conſulté.

Application de cette propriété de l'aimant. Invention de la bouſſole.

C'EST-LA préciſément le cas où l'on ſe trouve dans un bâtiment de mer, lorſqu'on a perdu les côtes de vûë, & que les aſtres ſont cachés par des nuages épais. Comme les vents peuvent changer à tout inſtant, il faut que la manœuvre change auſſi pour entretenir le vaiſſeau dans ſa

XIX. LEÇON.

route. Mais lorsqu'on ne voit ni le Ciel ni la Terre, comment sauroit-on que l'on manœuvre à propos, ou qu'on a justement remédié à l'inconstance du vent ? Cette difficulté tenoit autrefois la navigation dans des bornes très-étroites ; à peine osoit-on perdre la terre de vûë ; ce n'est à proprement parler, que depuis l'invention de la boussole que l'on a entrepris des voyages de long cours, & qu'on a vu fleurir le commerce de mer en Europe.

Les Historiens ne conviennent point trop entr'eux, ni du tems, ni du lieu où cet instrument a pris naissance : le Lecteur qui sera curieux d'apprendre ce que l'on en peut savoir, pourra consulter le Spectacle de la Nature de feu M. Pluche ; (*a*) il y trouvera en même-tems un détail historique des plus importantes découvertes qui ont été faites, depuis que l'aiguille aimantée a rendu les Navigateurs plus hardis. Je dirai seulement qu'au 12e. siécle les Pilotes François s'aidoient déjà de cette aiguille qui portoit alors le

(*a*) Tom. IV. pag. 419. & suiv.

nom de *Marinette*, à cauſe de l'uſage qu'on en faiſoit ſur mer ; & à l'égard du pays à qui l'on doit faire honneur de cette invention, n'eſt-ce point un préjugé en faveur de la France, qu'à toutes les roſettes de bouſſoles des différentes nations, le Nord ſoit toujours marqué par une fleur-de-Lys ?

Deſcription du compas de mer.

LA BOUSSOLE ou *Compas de Mer*, eſt compoſée de trois parties principales : ſavoir, la roſette, la ſuſpenſion, & la boîte qui contient le tout.

La *roſe* ou *roſette* eſt ordinairement un carton fin ou une feuille de talc couverte de papier, d'une figure circulaire, dont la circonférence eſt diviſée en 360. dégrés, comme on le peut voir par la *figure* 20. Le diamétre de la roſette eſt égal à une lame d'acier aimantée de 8. à 10. pouces de longueur, & qui eſt fixée deſſus ou deſſous : au milieu de cette lame ou aiguille, & au centre de la roſe, eſt une chape ou *capelle*, c'eſt-à-dire, un petit cône creux de métal ou d'agate qui excéde le plan ſupérieur du cercle, & dans lequel eſt

XIX. LEÇON.

reçu le pivot sur lequel la rose doit tourner.

Quant à la suspension, on la fait ordinairement de la manière suivante.

Un hémisphère creux de cuivre porte à son bord deux petits tourillons diamétralement opposés, par le moyen desquels il est suspendu, & mobile dans une zone circulaire de même métal, laquelle se meut elle-même sur deux tourillons semblables, dont l'alignement *A A* coupe à angles droits celui des deux premiers *B, B* (*fig.* 21.)

La boîte qui contient le tout, (*fig.* 22.,) est faite de bois, & reçoit dans deux entailles pratiquées aux bords de ses deux côtés opposés *C, C*, les deux tourillons *A, A*; dans le fond de la cuvette hémisphérique, qui est lestée avec du plomb, est fixé un pivot très-pointu & très-dur, qui porte la rosette à la hauteur des bords de ce vase où sont élevées deux pinules *D, D*.

On concevra aisément, qu'au moyen d'une telle suspension, la rosette peut s'entretenir dans une si-

tuation horizontale, de quelque côté que le mouvement du vaisseau fasse pancher la boîte; & que tandis qu'on bornoye un objet par les pinules, la rosette qui tourne librement sur son pivot, obéissant à l'aiguille aimantée à laquelle elle tient, montre par le nombre de dégrés interceptés entre la pinule la plus éloignée de l'œil, & l'endroit où l'aiguille se fixe, à quel point de l'horizon répond l'objet qu'on observe.

XIX. LEÇON.

Et si la ligne qui passe par les pinules, est paralléle à la quille du vaisseau, on voit par le même moyen si la route du vaisseau se maintient dans la direction qu'on veut qu'elle ait.

Quelqu'un qui feroit égaré dans une forêt, pourroit s'orienter avec une bousſole portative, & retrouver le lieu où il voudroit se rendre; c'est apparemment pour de telles occasions que la mode s'est introduite de porter de petites bousſoles penduës aux cordons de montres; mais quels secours peut-on attendre de pareils colifichets, si l'on sait qu'une ai-

Bousſoles portatives.

guille aimantée de deux pouces de longueur, est à peine capable de rendre ce service à quelqu'un qui sauroit bien la mettre en usage ?

XIX. LEÇON.

Bouſſoles à cadrans.

BIEN des gens portent encore de ces cadrans solaires garnis de bouſſoles, qu'on appelle des *Buterfieds*, du nom de l'ouvrier qui les faisoit le mieux de son tems : on les oriente en les posant horizontalement sur un endroit fixe, & en les tournant jusqu'à ce que l'aiguille aimantée s'arrête vis-à-vis le dégré qui marque la déclinaison du lieu. (*a*) Alors s'il fait du Soleil, l'index qui s'éleve sur le plan du cadran, marque par son ombre à peu-près l'heure qu'il est ; je dis à peu-près, mais c'est à condition que la bouſſole sera grande, que l'aiguille sera bien mobile & bien aimantée, qu'il n'y aura aucun fer ni acier dans le voisinage, & que celui qui voudra savoir l'heure avec cet instrument, saura bien s'en servir : sans cela, il ne vaut pas la plus mauvaise montre.

Perfection à désirer dans la bouſſole.

QUELQUE utile que soit la bouſſole en mer, elle ne l'est point en-

(*a*) Je dirai tout à l'heure ce que c'est que la déclinaison du lieu.

core autant qu'elle pourroit l'être, si l'aiguille aimantée, qui en est la piéce principale, avoit une direction constante ; si elle se dirigeoit toujours au vrai Nord, & au vrai Sud, ou bien à tout autre point de l'horizon, pourvu qu'elle ne changeât jamais. Quand une fois on auroit réglé la route du vaisseau pour faire un certain angle avec la direction de l'aiguille, il n'y auroit plus d'autre soin à prendre, que celui de conserver cet angle toujours le même, & l'on seroit assuré que la route ne seroit point changée, ou l'on sauroit au moins de quelle quantité elle l'est : mais ce qui jette beaucoup d'incertitude dans l'usage de la bousole, & ce qui oblige à ne perdre aucune occasion de se redresser par l'inspection du Ciel, c'est que cette direction de l'aimant si précieuse à la navigation, varie d'un lieu & d'un tems à l'autre ; il y a plusieurs endroits dans le monde où l'aiguille aimantée affecte de se tourner exactement vers le Nord & vers le Sud ; & il y en a une infinité d'autres où elle s'en écarte plus ou moins ; cette différence entre la di-

XIX. LEÇON.

Déclinaison de l'aiguille aimantée.

XIX. LEÇON.

rection de l'aimant & la ligne méridienne du lieu dans lequel on l'observe, se nomme *déclinaison*.

Quoique ce fût une assez grande incommodité dans l'usage de la bousole, que d'être obligé d'apprendre la déclinaison de l'aimant pour chaque lieu, l'importance de cet instrument vaudroit bien la peine qu'on s'en assurât, si les observations une fois faites pouvoient servir de régle par la suite : c'étoit sans doute dans cette vûë que M. Halley avoit dressé en 1700. une carte générale, sur laquelle on voit une ligne qui passe par tous les endroits observés, où l'aimant n'avoit point de déclinaison, & d'autres lignes qui indiquent par un chiffre de combien il déclinoit en d'autres lieux ; (*a*) mais il y a encore une *variation* qui dépend du tems, & qui ne suit aucune régle dont on soit sûr.

Depuis l'établissement des Académies dans les différens Etats, on trouve tous les ans, dans les recueils des Mémoires qu'elles font

(*a*) Voyez l'Essai de Physique de Muschenbroek in-4°. Tom. II. Planche XXVIII.

imprimer, les observations météorologiques pour chaque année; celles qui concernent l'aimant s'y trouvent aussi, & l'on y peut voir qu'à Paris, depuis l'an 1666., tems auquel l'Académie des Sciences fut établie, l'aiguille aimantée, qui alors se dirigeoit au vrai Nord, a toujours décliné de plus en plus vers l'Oueſt; de sorte qu'aujourdhui (a) sa déclinaison est de 18. dégrés & demi; mais comme cette aiguille, quand on l'agite un peu, revient rarement avec précision au même endroit d'où elle est partie, & qu'il est difficile de voir à un demi-dégré près l'endroit où elle se fixe en vertu du magnétisme, il se passe souvent plusieurs années avant qu'on puisse décider avec certitude sur la quantité dont sa déclinaison est augmentée. A en juger par les meilleures observations qu'on a pu recueillir depuis près de deux siécles; & en supposant que la déclinaison de l'aimant se fasse avec un mouvement uniforme, il semble qu'elle va en augmentant de 9. à 10. minutes par chaque année, à

XIX. LEÇON.

(a) C'est-à-dire, dans toute l'année 1763.

Paris & assez loin aux environs.

XIX. LEÇON.

Suivant quelques observations qu'on trouve dans les Transactions philosophiques de 1759. ; il semble que l'aiguille aimantée soit encore sujette à une variation journaliere qui la fait décliner le matin vers le couchant de 7. à 8. minutes, & le soir d'autant en sens contraire, à compter du point de sa déclinaison ordinaire.

La bousſole recevroit donc un grand dégré de perfection, si l'on pouvoit faire en sorte que l'aimant qui anime sa rose, ne déclinât jamais d'un certain point de l'horizon en quelque lieu qu'on la portât ; c'est un projet qui a été conçu par d'habiles gens, mais qui n'a point encore été exécuté ; malgré les tentatives inutiles qu'on a faites sur cela, il ne faut point désespérer : le tems qui voit naître un dessein, est quelquefois bien éloigné de celui où il doit être mis en exécution.

CINQUIEME PROPRIETÉ DE L'AIMANT. XIX. LEÇON.

Celui des poles d'un aimant ou d'un fer aimanté, qui se dirige vers le Nord, s'incline aussi vers la Terre. L'inclinaison de l'aiguille aimantée.

VII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

E F, (*Fig.* 23.) est une lame ou aiguille d'acier trempé, qui depuis *G* jusqu'en *F* ressemble à peu-près à un couteau. L'autre partie *G E* est fenduë en fourchette pour faire ressort, & afin qu'une petite masse de cuivre *E* qui glisse dessus, puisse s'arrêter où l'on veut. En *G* est un axe semblable à celui d'un fléau de balance, & par le moyen duquel la lame *E F* se met en équilibre sur un support qui finit en fourchette; *H I K* est une portion de cercle de cuivre, qui est divisée en degrés, & marquée par des chiffres de 10. en 10.

Il faut d'abord mettre l'aiguille *E F* en équilibre, en avançant ou en reculant la petite masse *E*, jusqu'à

XIX. LEÇON.

ce que le bout *F* réponde juſtement à zéro du quart de cercle.

Enſuite ayant ôté cette aiguille de deſſus ſon ſupport, on la touche à un bon aimant en la faiſant gliſſer de *G* en *F*, & on la remet en place.

EFFETS.

L'aiguille, après avoir touché l'aimant, ne ſe tient plus comme auparavant dans une ſituation horizontale : la partie *F G* s'incline, & fait avec l'horizon un angle que l'on peut aiſément meſurer par l'arc intercepté entre le dégré auquel elle aboutit, & le zéro d'où elle eſt deſcenduë.

OBSERVATIONS.

L'opinion commune, & qui paroît fondée ſur des relations aſſez ſûres, (*a*) eſt que cette inclinaiſon de l'aimant augmente à meſure qu'on s'avance davantage dans les pays Septentrionaux : on pourroit donc eſpérer quelques éclairciſſemens ſur la cauſe phyſique du magnétiſme ſi l'on avoit des aiguilles d'inclinaiſon qui fuſſent comparables entr'elles

(*a*) *Voyez Mém. de l'Acad. Roy. des Sc. an.* 1754. *p.* 94. *&ſ.*

les, c'est-à-dire, que dans un lieu donné, elles fissent constamment le même angle avec l'horizon, afin qu'étant portées en différens lieux de la terre, on pût légitimement attribuer à la cause du magnétisme, les variations qu'on remarqueroit à leur inclinaison. D'ailleurs ces sortes d'instrumens seroient encore fort utiles dans la navigation, si l'on étoit certain, qu'en s'inclinant d'une certaine quantité, ils indiquassent tel ou tel climat, telle ou telle latitude. Mais l'expérience apprend que le plus ou le moins d'inclinaison dépend beaucoup de la longueur de l'aiguille, de la qualité du fer ou de l'acier dont elle est faite, de la façon dont elle est taillée, & encore plus de la force de l'aimant auquel on l'a touchée; de sorte qu'il est peut-être aussi difficile de construire une aiguille d'inclinaison dont les effets soient constants & réglés, que d'avoir une boussole dont la direction ne varie point.

XIX. LEÇON.

Difficulté de construire des aiguilles d'inclinaison qui soient comparables entr'elles.

DANS les voyages de long cours, les Pilotes sont quelquefois obligés de charger avec de la cire ou autre-

Remèdes contre l'inclinaison des aiguilles.

XIX. LEÇON.

ment la partie méridionale de leur rose pour la rappeller dans une situation horizontale ; parce qu'en avançant vers le Nord, l'autre bout de l'aiguille s'incline sensiblement, ce qui gêne son mouvement.

Lorsqu'on prépare les aiguilles de boussoles, & qu'on les a mises en équilibre sur leurs pivots; dès qu'on les a touchées à l'aimant, & qu'on les remet en place, on s'apperçoit bientôt que le bout qui se dirige au Nord, s'incline comme s'il étoit devenu plus pesant que l'autre; & l'on est presque toujours obligé d'en couper une petite portion pour faire renaître l'équilibre.

Il est à présumer que cette inclinaison n'a pas lieu à l'équateur, ni dans les lieux circonvoisins; & qu'elle se fait en sens contraire dans les climats méridionaux: c'est aux rélations bien fidéles à nous apprendre au juste ce qui en est.

Voilà les principales propriétés de l'aimant, & les phénomènes les plus intéressans de ceux qui peuvent s'y rapporter; j'omets ici certains détails de pratique qui n'intéressent

Fig. 20.

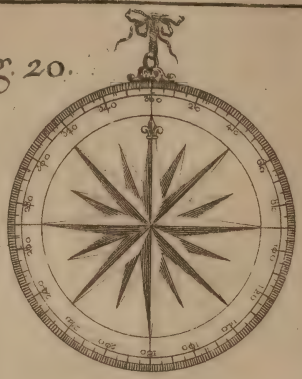


Fig. 23

Fig. 22.

Fig. 21.

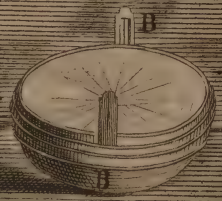
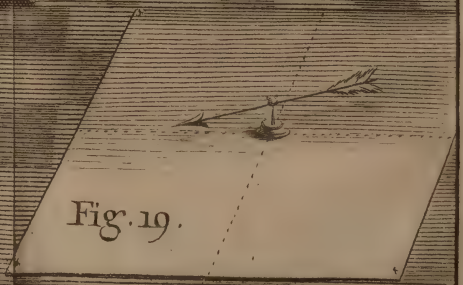


Fig. 19.



peut-être pas le plus grand nombre de mes Lecteurs, mais qui doivent être recherchés comme des instructions fort utiles, par tous ceux qui auront à travailler sur cette matiére: feu M. Muschenbroek qui a travaillé sur l'aimant plus qu'aucun Auteur que je connoisse, a fait imprimer une dissertation fort longue, (*a*) dans laquelle on trouvera abondamment de quoi se satisfaire.

REFLEXIONS

Sur les Causes du magnétisme.

QUOIQUE les Savans ayent embrassé diverses opinions sur les causes du magnétisme, & qu'ils ayent suivi différentes routes pour en expliquer les phénomènes, ils se sont toujours réunis en un point qui est comme la base de leurs systêmes; il

(*a*) Cette dissertation fait la plus grande partie d'un Ouvrage in-4°., imprimé en 1729. sous ce titre: *De magnete, tuborumque capillarium, &c. Dissertationes.*

XIX. LEÇON.

n'en est presque point parmi eux qui n'admette autour de chaque aimant naturel ou artificiel, un fluide subtil & invisible, qui circule d'un pole à l'autre, & auquel on a donné le nom de *matiére magnétique*. Cette supposition est tout-à-fait vraisemblable, & l'on ne peut guéres s'y refuser quand on voit l'expérience qui suit.

Matiére magnétique; preuve de son existence.

VIII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On pose un aimant sur un carton lisse, ou sur un grand carreau de vitre bien essuyé; on le pose de maniére que la ligne qui joint ses poles soit paralléle au plan sur lequel il est posé. Avec un poudrier d'écritoire, ou avec quelque chose d'équivalent, on tamise d'un peu haut de la limaille de fer, & l'on frappe quelques coups avec la main sur la table où le carton est placé.

EFFETS.

La limaille s'arrange en plusieurs demi-cercles, ou demi-ovales, qui

aboutiſſent de part & d'autre aux deux poles de l'aimant, comme on le peut voir par la *Figure* 24.

XIX. LEÇON.

REFLEXIONS.

Il eſt naturel de penſer, comme on l'a fait, que la limaille s'arrange ainſi, parce que chaque parcelle de fer eſt enfilée par une matiére fluide, qui vient d'un pole de l'aimant pour rentrer par l'autre; car cette limaille ne s'arrange jamais ainſi qu'en préſence d'un aimant, & l'on ne peut pas dire que l'aimant opere cet arrangement par lui-même & immédiatement, puiſque cela ſe fait hors de lui & à une certaine diſtance.

Qualités de la matiére magnétique.

CETTE matiére, quelle qu'elle ſoit, eſt ſans doute très-ſubtile puiſqu'elle agit au travers de tous les corps, comme on l'a vu ci-deſſus. Son mouvement doit être extrêmement rapide, & ſa détermination bien conſtante, puiſque les effets qui en réſultent ſe font en un inſtant, & que la flamme même n'eſt pas capable d'y faire obſtacle: nous devons croire auſſi qu'elle eſt toujours préſente autour de chaque aimant,

XIX. LEÇON.

en tout tems & en tout lieu, puisque son action se manifeste en toutes circonstances.

La matiére magnétique, dont presque personne ne conteste l'existence, est donc reconnuë pour la cause prochaine des effets de l'aimant; c'est-là, comme je l'ai déjà dit, le point de réunion pour tous les Physiciens; mais quelle est la nature de cette matiére, d'où vient-elle, comment agit-elle, & pourquoi son action se borne-t'elle au fer & à l'aimant? voilà ce qui partage les esprits, & ce qu'il est très-difficile de bien décider.

Opinions des Physiciens sur l'action de cette matiére dans les phénomènes de l'Aimant.

DESCARTES, & après lui la plûpart de ceux qui ont travaillé sur cette matiére, ont pensé que le globe terrestre est en grand ce qu'une pierre d'aimant est en petit; que d'un pole du monde à l'autre, il se fait une circulation continuelle de ce fluide subtil à qui l'on attribuë tout ce qu'on observe de merveilleux dans le magnétisme: que le fer & l'aimant étant apparemment les seuls corps disposés à recevoir intérieurement cette matiére, elle

les dirige selon son courant par-tout où elle les rencontre, & que ne trouvant nulle part ailleurs un accès aussi libre, elle y rentre après en être sortie, & qu'elle forme autour d'eux un tourbillon qui a plus ou moins d'étenduë & de force, selon les dispositions plus ou moins favorables de ces deux corps.

Par ce mouvement qu'on attribuë à la matiére magnétique d'un pole à l'autre de la terre, on prétend rendre raison de la direction de l'aimant ; & en effet cette hypothèse une fois admise, il semble d'abord qu'on apperçoive assez clairement pourquoi une aiguille aimantée se dirige au Nord en la considérant comme un assemblage de petits canaux, qu'un fluide pénétre & aligne selon son courant : mais si l'on y réfléchit un peu, & que l'on en juge par comparaison avec les effets du même genre qui nous sont plus connus, on voit bientôt que cette explication souffre de grandes difficultés.

Qu'arriveroit-t'il, par exemple, si je plaçois dans la riviére une piéce de bois suspenduë en équilibre par

Difficultés contre ces opinions.

XIX. LEÇON.

le milieu de sa longueur ? Si cette pièce de bois étoit percée d'un bout à l'autre, & qu'elle se trouvât d'abord alignée selon le fil de l'eau, je conçois bien qu'elle pourroit garder cette direction, à la faveur du fluide qui l'enfileroit ; mais si je la plaçois en travers du courant, & que le centre de son mouvement fût à égales distances de ses deux bouts, je ne vois pas qu'elle dût changer de position sans quelqu'accident ; car le courant ne l'enfileroit plus, puisque par supposition ce tuyau feroit des angles droits avec le fil de la riviére.

Supposons maintenant que cette pièce de bois ne soit point percée ; qu'elle soit impénétrable à l'eau, il est certain que si sa longueur se trouve paralléle à la direction du courant, l'eau qui coule de toutes parts le long de sa surface, lui fera constamment garder cette position, ou qu'elle la lui fera prendre même dans tous les cas, excepté celui où la pièce de bois, posée en travers de la riviére, recevroit de part & d'autre du centre de son mouvement des impulsions égales de la part du courant.

Conséquemment

Conséquemment à ces principes, qui sont incontestables, si l'aiguille aimantée se dirige du Nord au Sud, parce qu'un torrent de matiére l'enfile suivant cette direction, il semble qu'en la plaçant de maniére que ses pointes regardassent l'Est ou l'Oueſt, on devroit la mettre hors d'état de s'aligner suivant la direction naturelle de la matiére magnétique, comme le tuyau qu'on placeroit en travers de la riviére, y demeureroit en équilibre, n'étant plus enfilé par le courant. Cependant on sait que cela n'arrive jamais; l'aimant se dirige constamment vers le Nord & vers le Sud, quelque position qu'on affecte de lui faire prendre. XIX. LEÇON.

Il suit encore de notre comparaison que la matiére qui va d'un pole à l'autre de la terre, devroit diriger une aiguille de cuivre ou d'argent, de même qu'elle dirige celle de fer & d'acier; car si son action se fait sentir sur ce dernier métal, parce qu'elle le pénétre facilement, comme on le dit, il semble qu'elle devroit aussi mouvoir les autres, parce qu'elle ne les pénétre

XIX. LEÇON.

pas de même ; est-il nécessaire que le vent pénétre dans l'intérieur d'une girouette pour la faire tourner, & la contenir dans la direction qu'il a ? ne suffit-il pas qu'il se coule le long d'elle de part & d'autre ? en un mot, si la matiére magnétique n'enfile que du fer aimanté, l'aiguille de cuivre paroît être dans le cas de notre piéce de bois qui ne seroit point percée, & qui n'en seroit pas moins capable de se diriger suivant le fil de l'eau.

Une autre difficulté qui se présente, c'est que l'aimant ne se dirige point toujours au vrai Nord & au vrai Sud ; la matiére magnétique ne va donc pas constamment d'un pole du monde à l'autre ? Pour rendre raison de cette espêce d'irrégularité, il en couteroit peu d'accorder à cette matiére des poles un peu différens de ceux de notre globe. Mais cette déclinaison, comme l'on sait, varie pour les tems & pour les lieux : l'hypothèse ne peut donc subsister qu'en perdant beaucoup de sa premiére simplicité, & de son mérite par conséquent.

Selon M. Halley, cette terre que

nous habitons n'eſt qu'une croûte qui enveloppe un gros aimant, qui en eſt comme le noyau : ce ſavant prétendoit de plus que cet aimant a une révolution particuliére ſur lui-même, par laquelle ſes poles s'éloignent peu-à-peu de ceux du globe extérieur : c'eſt pour cette raiſon, diſoit-il, que les petits aimants, & les aiguilles de bouſſoles déclinent de plus en plus du Nord à l'Oueſt, parce que le torrent qui les dirige a deux termes qui changent continuellement de poſition. C'eſt dommage que cette ingénieuſe penſée manque de preuve, & qu'on ne puiſſe la concilier avec les obſervations, ſans la charger encore de quelques ſuppoſitions ; car comme la variation de la déclinaiſon n'eſt point uniforme, qu'elle eſt plus grande dans un tems, ou dans un pays que dans un autre, on eſt obligé d'attribuer au noyau d'aimant un mouvement irrégulier pour ſatisfaire à toutes ces variétés.

XIX. LEÇON.

C'eſt encore par cette matiére émanée de la terre ou de ſon noyau d'aimant, qu'on cherche à expliquer

XIX. LEÇON.

l'inclinaiſon de l'aiguille aimantée : ſi l'on jette les yeux ſur la *Figure* 25., on voit que l'aiguille *b*, en s'alignant ſuivant la direction du fluide qui environne l'aimant *N S*, incline auſſi une de ſes extrêmités, & que cette inclinaiſon eſt d'autant plus grande, que l'aiguille ſe trouve placée plus près du pole *N*.

Si les deux parties oppoſées de la terre qui ſervent de poles à la matiére magnétique, n'étoient que de très-petits eſpaces, il eſt certain qu'il faudroit en approcher de fort près pour appercevoir l'inclinaiſon de l'aimant ; par-tout ailleurs le fluide magnétique auroit un mouvement paralléle à la ſurface du globe, & l'aiguille qu'il enfileroit, paroîtroit toujours dans un plan horizontal ; mais il faut croire que cette émanation de matiére occupe une très-grande partie de chaque hémiſphère terreſtre, comme il eſt repréſenté par la *Figure* 25. ; de ſorte que ſon courant eſt preſque toujours incliné juſqu'aux environs de l'équateur.

Outre cette circulation d'un pole à l'autre qu'on attribuë à la matiére

magnétique, & qu'on regarde comme la cause principale de la direction & de l'inclinaison de l'aimant, il semble qu'on doive encore supposer qu'elle se meut, ou qu'elle agit aussi dans une direction perpendiculaire à la surface de la terre, en quelque lieu que ce soit. Sans cette supposition, il est assez difficile de rendre raison du fait que l'on va voir, & de ses circonstances.

IX. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Sur un petit guéridon de bois, élevé à une hauteur commode, on place une aiguille aimantée très-mobile sur son pivot, comme on le voit par la *Figure 26*. On prend ensuite une verge de fer, ronde ou quarrée de 7. à 8. lignes de diamétre, & de deux ou trois pieds de longueur : on la tient dans une situation perpendiculaire à l'horison ou à peu-près, & l'on présente d'abord le bout d'en-bas, & ensuite le bout d'en-haut à l'aiguille.

XIX. LEÇON.

EFFETS.

On remarque assez constamment que le bout de la verge de fer qui est le plus élevé, attire, & au contraire que celui qui est le plus abaissé, repousse la partie de l'aiguille qui se dirige au Nord; & que chacun des bouts de la verge de fer a des effets tout différents, s'il est présenté à l'autre partie de l'aiguille qui a coutume de se diriger au Sud.

REFLEXIONS.

Une barre de fer devient donc tout d'un coup, & par la seule position verticale, un aimant qui a des poles, puisque par ses deux extrêmités, elle exerce sur l'aiguille aimantée la même répulsion & la même attraction que nous avons remarquées ci-dessus entre deux aimants. Je dis, par la seule position; car on n'y voit pas d'autre cause, quand on s'y prend doucement, pour élever & abaisser, sans secousses, la barre de fer, lorsqu'on veut présenter successivement & de suite ses deux extrêmités au même bout de l'aiguille. Le fait est

même si marqué, qu'il n'est pas nécessaire absolument que la verge de fer soit dans une situation tout-à-fait verticale, quand elle ne seroit qu'inclinée; pourvu qu'elle ait une de ses extrêmités plus élevée que l'autre, cela suffit pour produire les effets dont je viens de faire mention.

XIX. LEÇON.

Le tourbillon de matiére magnétique, que tout le monde admet autour de l'aimant, sert à rendre raison des autres effets, c'est-à-dire, de l'attraction & de la communication.

L'aimant, dit-on, attire le fer quand il en est à une distance convenable, c'est-à-dire, quand le fer est plongé dans cette matiére qui circule de l'un à l'autre de ses poles: parce qu'alors l'effort que fait ce fluide pour rentrer dans la pierre, s'exerce contre le fer qui le touche, & le porte contre le corps qui est comme le centre de sa circulation.

Il est vrai qu'on est comme forcé d'admettre cette cause en général, parce qu'on n'en apperçoit point d'autre; mais quand on la compare avec ses effets, l'esprit se révolte, &

XIX. LEÇON.

ne conçoit qu'avec bien de la peine qu'il puisse venir tant de merveilles d'une source si peu féconde en apparence. Nous n'avons aucun exemple connu dans la nature qui nous amene à croire qu'un fluide si subtile, qui se fait si peu sentir d'ailleurs, puisse produire une adhérence de 60. ou 80. livres entre deux corps qu'il pénétre, dit-on, avec une extrême facilité : si la matiére magnétique traverse l'aimant & le fer avec autant d'aisance, que le prétendent presque tous les Physiciens, pourquoi les attache-t'elle si fortement l'un à l'autre, tandis qu'elle ne fait rien de semblable à l'égard du bois, du carton, du cuivre, du verre, &c., qu'elle pénétre aussi comme on l'a vu précédemment. Le fer & l'aimant seroient-ils donc, contre l'opinion commune, les seuls corps impénétrables à la matiére magnétique, comme un grand Physicien de nos jours (*a*) a été tenté de le croire? ou bien y a-t'il dans ces deux minéraux une disposition

(*a*) M. de Réaumur, *Mem. de l'Acad. Royale des Sciences*, 1730. *p.* 145.

particuliére qui faſſe valoir l'action de ce fluide ?

XIX. LEÇON.

Cette derniére conjecture paroît aſſez plauſible, ſur-tout quand on ſait qu'une pierre d'aimant perd quelquefois une grande partie de ſa vertu en tombant par terre, en ſe heurtant rudement, ou quand on l'expoſe à une chaleur violente : ſon affoibliſſement alors ne peut guéres s'attribuer qu'à un changement d'ordre dans ſes parties, & à la diſpoſition nouvelle & déſavantageuſe que le choc ou le feu leur a fait prendre. Deux expériences & quelques obſervations que je vais rapporter, feront connoître évidemment que cette diſpoſition intérieure de l'aimant, ſe trouve auſſi dans le fer aimanté, qu'on l'y peut faire naître, ou l'y augmenter quand on le veut.

X. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut prendre un gros fil-de-fer, comme de deux ou trois lignes de diamétre, & de 12. à 15. pouces de longueur, le pincer dans un gros

XIX. LEÇON.

étau de Serrurier, ou le passer dans un trou que l'on aura fait dans une piéce de fer un peu épaisse, pour le plier & replier à plusieurs fois, & en sens contraire d'un bout à l'autre, & enfin le casser à l'endroit où l'on finit cette opération.

EFFETS.

Si l'on présente le bout où le fil a été cassé, à la limaille de fer, il l'attire, & s'en charge comme pourroit faire une lame de couteau qui auroit été foiblement aimantée.

XI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Tenez d'une main la verge de fer que nous avons employée pour la IXe. Expérience, dans une situation verticale; frappez dessus d'un bout à l'autre légérement avec un marteau de fer, & attendez que le son & le frémissement des parties soient cessés. Voyez la *Figure* 27.

EFFETS.

1°. Si vous tenez ensuite cette

verge de fer dans une situation horizontale, & que vous présentiez à une aiguille aimantée, le bout *A* qui étoit le plus élevé, quand vous avez donné les coups de marteau, vous attirerez la partie de l'aiguille qui se dirige vers le Nord ; le bout opposé *B* fera un effet tout contraire.

2°. Lorsqu'on recommence l'expérience, en tenant en haut le bout *B*, pendant qu'on frappe ou qu'on secouë rudement la verge de fer, ce même bout attire ensuite la partie de l'aiguille qu'il repoussoit auparavant.

Ainsi l'on peut changer autant de fois qu'on le juge à propos, les propriétés de ces deux bouts *A* & *B*, en tenant en bas ou en haut, tandis que l'on bat la verge de fer, celui des deux que l'on veut qui attire ou repousse.

REFLEXIONS.

Ces deux dernières expériences prouvent assez bien que l'agitation & les secousses changent quelque chose à la constitution intérieure du fer, & que ce changement, quel qu'il soit, fait prendre au métal la

XIX. LEÇON.

qualité de l'aimant : si l'on savoit en quoi consiste cette conversion, & ce qui constitue ce nouvel état qu'on fait prendre au fer, on toucheroit sans doute d'assez près à la premiére cause du magnétisme ; mais les signes extérieurs qui constatent le fait, ne nous apprennent point comment il est produit, nous n'avons sur cela que des conjectures ; voici celles qui m'ont paru les plus raisonnables.

Opinion de M. Dufay.

M. DUFAY, d'après Descartes, dont il a beaucoup simplifié les idées, croyoit que les pores du fer sont de petits canaux revêtus intérieurement de filaments très-déliés & mobiles, sur celle de leurs extrêmités qui est adhérente ; de sorte qu'à la moindre secousse, au moindre choc, tous ces petits poils se renversent & se couchent, comme on le peut voir par la *Figure* 28. Cette disposition rend les pores d'un accès facile par un côté seulement ; & quand la matiére magnétique se présente par la partie opposée, elle ne peut y passer, à moins qu'elle ne soit assez abondante & assez forte, pour re-

Fig. 28

Fig. 25

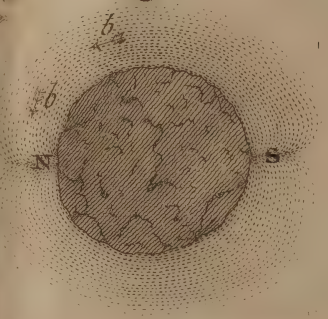


Fig. 27.

Fig. 26.

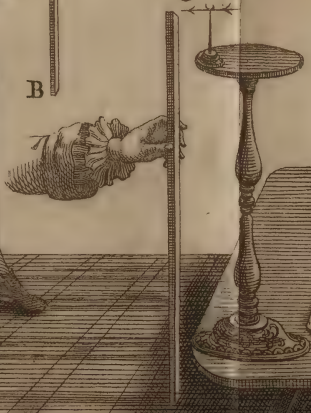
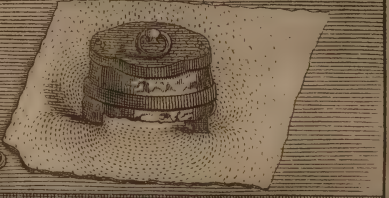


Fig. 24.



tourner les petits poils métalliques qui lui préſentent leurs pointes. Voilà pourquoi, diſoit-il, une verge de fer ſécouée perpendiculairement, devient un aimant dont le pole d'entrée eſt en haut, & le pole de ſortie en bas : & quand une pierre d'aimant communique ſa vertu à une aiguille ou à un couteau, c'eſt que le torrent de matiére magnétique qui en ſort, couche d'un même côté tous les poils dont les pores ſont revêtus, & met cette lame en état d'être continuellement pénétrée comme une pierre d'aimant, par la circulation d'une ſemblable matiére. Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1730. *pag.* 142. *& ſuiv.* où M. Dufay applique ce ſyſtême à tous les phénomènes de l'aimant.

XIX. LEÇON.

M. DE REAUMUR conſidérant le fer comme un aimant imparfait, croyoit que ce métal renfermoit une infinité de petits tourbillons de matiére magnétique, à qui il ne manque que de ſe joindre enſemble pour réunir leurs forces ; la ſecouſſe, les coups de marteau, les plis & les

Opinion de M. de Réaumur.

XIX. LEÇON.

replis que l'on fait au fer, ſont, ſelon lui, autant de moyens qui dégagent, pour ainſi dire, la matiére magnétique, & qui l'aident à prendre un courant réglé d'un bout à l'autre d'une lame, ou d'une barre de fer: ce que les coups réitérés & menagés avec deſſein, peuvent opérer foiblement, un torrent de matiére bien puiſſant, tel qu'il ſe trouve au pole d'un aimant naturel, le fait bien plus sûrement. Voilà le fond du ſyſtême; on en peut voir les applications plus détaillées dans les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1730. *pag.* 145. *& ſuiv.*

Soit qu'on adopte l'une ou l'autre de ces deux opinions, on peut expliquer aſſez heureuſement certains faits qui ont mérité l'attention des Savans.

La croix du clocher d'Aix & celle du clocher de Chartres, ſont devenuës fameuſes, parce que leurs tiges, après avoir été deſcenduës, ſe ſont trouvées naturellement aimantées, ayant des poles bien marqués à leurs extrêmités.

Tous les outils d'acier dont les Ouvriers ſe ſervent pour couper & percer le fer à froid, comme les ciſelets, les poinçons, les forets, &c. enlevent auſſi la limaille de fer par leurs pointes ou tranchants. XIX. LEÇON.

Les peles, les pincettes & autres inſtrumens de fer, que l'on a coutume de tenir debout, & que l'on met toujours aſſez rudement dans cette ſituation, donnent très-ſouvent des ſignes de magnétiſme; & l'on prétend que la foudre a quelquefois fait prendre au fer la vertu de l'aimant, comme il eſt arrivé auſſi qu'elle l'a fait perdre aux aiguilles de bouſſoles.

C'eſt que par ſucceſſion de tems, & par des ſecouſſes violentes, les filamens intérieurs du fer ſe ſont couchés tous du même ſens, & que par cette diſpoſition uniforme des parties, les pores du métal laiſſent un paſſage plus libre & plus réglé à la matiére magnétique; ou bien par les mêmes cauſes, les petits tourbillons particuliers de cette matiére ſe réuniſſent dans l'intérieur du fer, & acquierent une communication avec

XIX. LEÇON.

celle du dehors, ce qui fait que la circulation devient libre.

A propos des outils qui s'aimantent en coupant du fer, M. de Réaumur a soupçonné avec beaucoup de vraisemblance que cette vertu leur vient plûtôt en coupant du fer, qu'en coupant toute autre matiére (fût-elle aussi dure.) Une des raisons qu'il en donne, c'est qu'il y a tout lieu de croire que ce métal est continuellement environné d'une atmosphère de matiére magnétique d'autant plus forte que le morceau de fer est plus gros.

Cette conjecture est appuyée sur une belle expérience qui mérite d'être rapportée. Le fait est qu'un aimant naturel ou artificiel enleve une plus grande quantité de fer, lorsque ce fer est posé sur un enclume, que s'il étoit posé sur du bois ou sur de la pierre; & si l'enclume qui sert de support est plus grosse, l'aimant en paroît plus puissant, comme si le tourbillon de matiére magnétique, d'où dépend l'attraction, devenoit plus abondant par le voisinage d'une grosse masse de fer.

Je

XIX. LEÇON.

Je termine ici ce que j'avois à dire au sujet de l'aimant : ceux de mes Lecteurs qui s'intéresseront particuliérement à cette matiére, & qui desireront d'en savoir davantage, pourront lire les Ouvrages que j'ai cités dans le cours de cette Leçon, & y joindre la lecture de ceux-ci : Piéces qui ont remporté les prix de l'Académie Royale des Sciences en 1743. & 1746., sur la meilleure maniére de construire les bousoles d'inclinaison, & sur l'attraction de l'aimant avec le fer.

XX. LEÇON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

XX. LEÇON.

ON DIT que l'art est le singe de la nature, parce qu'ordinairement son plus grand mérite est de la bien imiter. Mais par rapport aux phénomènes électriques, on peut dire qu'il a travaillé sans modèle, & qu'il nous a dévoilé des secrets, dont probablement nous n'aurions jamais eu connoissance sans lui. En 1749. (*a*) j'osai dire que le tonnerre & les éclairs qui font partie de ce formidable météore, n'étoient qu'une grande Electricité, semblable par son essence à celle que nous excitons dans nos laboratoires en frottant certaines substances : ma conjecture que j'avois rendu plausible par des ob-

(*a*) Voyez mes Leçons de Physique T. IV. pag. 314. & suiv.

servations assez concluantes, se vérifia trois ans après : (a) des expériences décisives montrerent l'identité que j'avois annoncée ; & l'on apprit de plus qu'en certains tems, il régne dans une portion considérable de notre atmosphére, une cause qui produit tous les mêmes effets que nous connoissons depuis 30. ou 40. ans sous le nom de *phénomènes électriques*.

XX. LEÇON.

Deux sortes d'Electricités ; naturelle & artificielle.

NOUS devons donc distinguer maintenant deux sortes d'Electricités, différentes seulement par leur origine ou maniére de naître, & par la grandeur de leurs effets. Appellons *Electricité naturelle*, celle qui s'excite comme d'elle-même, & sans notre participation dans l'atmosphère terrestre, par des causes jusqu'ici inconnuës. (b) Nommons *Electricité ar-*

(a) Mémoires de l'Académie des Sciences, 1752. *p.* 233. *& suiv.*

(b) J'imagine que l'Electricité peut s'exciter dans notre atmosphère par le frottement de deux courants d'air qui glissent l'un sur l'autre, avec des directions opposées, ce qui arrive ordinairement dans les tems orageux ; & que cette vertu se communiquant aux nuages, les met en état d'étinceler & de fulminer contre

XX. LEÇON.

tificielle, celle que nous produisons à volonté par le frottement de certains corps, ou par quelque préparation particuliére, que le hazard, l'étude & l'expérience nous ont fait connoître. Ce sera principalement la derniére qui fera le sujet de notre Leçon: je ne parlerai de l'autre que par occasion, & quand j'y serai invité par des phénomènes qui pourront y avoir quelque rapport.

Quoique certains effets, que nous reconnoissons aujourdhui pour appartenir à l'Electricité, ayent été connus des Anciens, & qu'on en trouve quelques traces dans leurs écrits, ce qu'ils ont su de cette singuliére propriété des corps, ce qu'ils en ont dit, se réduit à si peu de choses, qu'on doit regarder les découvertes qu'on a faites dans cette partie de la Physique, comme l'ouvrage de nos jours: ce furent principalement les expériences de M. Gray, publiées en Angleterre, répétées & augmentées par M. Dufay, qui fixerent l'atten-

les objets terrestres quand ils en sont à une certaine proximité; mais ceci n'est qu'une pure conjecture que je hazarde par occasion.

tion des Physiciens sur cette nouvelle source de merveilles, & qui firent de l'Electricité un sujet tellement à la mode, que tout le monde jusqu'au peuple, voulut s'en instruire & s'en amuser.

Comme j'ai traité un grand nombre de questions concernant l'Electricité, dans plusieurs Ouvrages (*a*) qui ont paru en différens tems, je me dispenserai d'entrer ici dans des détails, & dans des discussions qui étendroient ces deux derniéres Leçons au-delà des bornes ordinaires : je n'y ferai entrer que ce que le sujet nous offre de plus intéressant & de plus certain ; mais je m'appliquerai particuliérement à faire connoître les rapports que les phénomènes ont entr'eux, ce qu'ils ont de commun, ce qui les distingue les uns des autres ; & je me flatte de faire voir

(*a*) Essai sur l'Electricité des Corps, imprimé en 1746., & réimprimé en 1754. Recherches sur les causes particuliéres des Phénomènes Electriques, 1749. Lettres sur l'électricité, premier Tome, en 1753. ; second Tome, en 1760. Plusieurs Mémoires dans les volumes de l'Académie des Sciences, depuis 1745. jusqu'à présent.

XX. LEÇON.

par cette méthode, que la multiplicité de faits que bien des gens se plaisent à étaler comme autant d'objets essentiellement différens, & par laquelle il semble qu'on cherche à effrayer ceux qui s'appliquent à la recherche des causes, n'est très-souvent qu'une vaine apparence, produite par un appareil imposant, ou par quelque manipulation affectée.

Je divise mon sujet en trois Sections.

Dans la premiére, je parlerai de la nature de la vertu électrique, des moyens de la faire naître, & des signes par lesquels elle se manifeste.

Dans la seconde, j'exposerai par ordre ce que l'observation & l'expérience ont fait connoître de plus

Nota. Sur la nature, la qualité, les dimensions des instrumens, lorsque je ne m'expliquerai pas d'une maniére assez détaillée, on pourra consulter la premiére Partie de mon Essai sur l'Electricité des Corps. C'est un petit Ouvrage que l'on peut se procurer aisément; j'éviterai par-là des descriptions qui tiendroient bien de la place, & qui seroient superfluës pour le plus grand nombre de mes Lecteurs, n'y ayant presque personne aujourdhui qui ne sache comment se font ces sortes d'expériences.

certain, & de plus propre à nous éclairer sur la cause générale & commune des phénomènes électriques. XX. LEÇON.

Dans la troisiéme je ferai voir par un essai, qu'il est possible de rendre raison de tous les phénomènes de l'Electricité, en les rapportant à un premier fait bien prouvé, & bien constaté dans les deux Sections précédentes.

I. SECTION.

Sur la nature de la vertu électrique, sur les moyens de la faire naître; & sur les signes par lesquels elle se manifeste.

ARTICLE PREMIER.

Sur la nature de la vertu Electrique.

IL N'EST plus tems de regarder l'Electricité comme une vertu abstraite, comme un être métaphysique; les Physiciens mêmes qui ont un penchant & un goût déterminé

L'électricité, tant naturelle qu'artificielle, est l'effet d'une cause vraiment méchanique.

XX. LEÇON.

pour ces causes secrettes, & qui affectent encore de désigner celle des phénomènes électriques par les expressions vagues & indéterminées de *pouvoirs* & de *puissances*, sont obligés de convenir qu'il y a ici un véritable méchanisme : leur conviction se décele par les efforts qu'ils font pour nous le dévoiler, & par la confiance avec laquelle ils nous assurent qu'ils l'ont apperçu. Ainsi quand on dit maintenant qu'un corps électrisé attire & repousse d'autres corps, on convient unanimement que ces mots n'expriment que des apparences ; que les effets dont il s'agit, n'ont point pour cause efficiente & immédiate, la matiére propre du corps autour duquel on les apperçoit ; comme si ce corps, par une vertu intrinseque, agissoit hors de lui-même ; mais qu'ils sont produits par un autre agent, vraîment physique, dont l'action se détermine & se modifie suivant l'état actuel du corps qu'on électrise.

Ce que nous savons sur ce sujet, peut se réduire à un petit nombre de propositions que l'expérience & l'observation nous ont dictées ; l'une

&

& l'autre ſeront mes garants dans l'expoſé que j'en vais faire.

XX. LEÇON.

PREMIERE PROPOSITION.

L'Electricité eſt l'effet d'une matiere en mouvement, autour ou au-dedans du corps qu'on nomme électriſé.

I. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Frottez un tube de verre ſuivant ſa longueur avec la main nuë, pourvu qu'elle ſoit ſéche, ou avec un morceau de papier gris que vous tiendrez appliqué ſur le verre; & faites-le paſſer bruſquement à une petite diſtance de votre viſage.

EFFETS.

1°. Vous ſentirez des attouchements ſemblables à ceux des fils d'araignée que l'on rencontre flotants en l'air.

2°. En faiſant gliſſer votre main, ſelon la longueur de ce tube, & fort près de lui, ſans le toucher, vous entendrez un pétillement aſſez

XX. LEÇON.

semblable au bruit que fait un peigne fin, sur les dents duquel vous traînez le bout du doigt.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Suspendez avec des cordons de soye une barre de fer ou un tuyau de fer blanc, qui aboutisse de fort près par l'une de ses extrêmités à un globe de verre : (*a*) faites frotter l'équateur de ce globe sur la main de quelqu'un ou sur un coussinet, en le faisant tourner rapidement sur ses deux poles, par quelque moyen que ce soit.

EFFETS.

1°. Si vous faites passer le revers de votre main *A* & *B* (*fig.* 1.) le long de cette barre ou de ce tuyau de fer, à une petite distance de sa surface, tandis qu'on continuë de frotter le globe,

(*a*) Tous les corps qu'on électrise ainsi, se nomment *Conducteurs* ; & c'est la même chose qu'ils aboutissent eux-mêmes au globe de verre, ou qu'on les y fasse communiquer par une chaîne de métal, ou par tout autre corps électrisable par communication.

vous sentirez sur la peau une légere impression, à peu-près semblable à celle que pourroit faire de la laine détirée, ou du coton bien cardé.

2°. Si vous approchez le bout du doigt *C* de cette même barre à une distance de 5. à 6. lignes, vous éprouverez une piquûre très-sensible.

3°. Cette piquûre sera accompagnée d'un petit éclat pareil à celui d'un grain de sel commun qui décrépite dans le feu.

4°. Si vous faites cette expérience & la précédente dans un lieu où il n'y ait point de lumiere, vous observerez que les pétillements ou piquûres qu'on éprouve en approchant la main de la surface du verre ou de celle de la barre de fer, sont accompagnés ou suivis d'étincelles très-brillantes, & par conséquent très-sensibles à la vuë.

5°. Enfin vous remarquerez encore dans l'obscurité une très-belle aigrette de rayons lumineux, bruyants & animés d'un mouvement progressif, au bout *D* de la barre de fer le plus reculé du globe, & quelquefois à tous les deux. Et si vous en ap-

XX. LEÇON.

prochez le visage à 5. ou 6. pouces de distance, vous sentirez une odeur qu'on peut comparer à celle du phosphore d'urine.

REFLEXIONS.

Les effets dont on vient de faire mention, ne sont point produits immédiatement par le corps électrisé, puisqu'ils se passent hors de lui; on ne peut donc pas se dispenser de les attribuer à cet être, quel qu'il soit, qui touche, qui heurte, qui picque jusqu'à causer de la douleur; à cet être qui se fait entendre, qui frappe la vuë & l'odorat. Or il ne convient qu'à la matiere, & à la matiere en mouvement, de faire sur nous de telles impressions; & comme dans tous les phénomènes de ce genre ce même agent nous donne des indices très-certains de sa présence & de son action; on peut conclure en toute sûreté, & en général, que tout corps électrisé a autour de lui une matiere en mouvement, qui est la cause immédiate de tous les effets que nous y appercevons.

Matiere électrique. Son existence prouvée par les Expériences précédentes.

C'EST cette matiere que l'on nom-

me communément *matiere* ou *fluide électrique*, & sur l'existence de laquelle on est parfaitement d'accord : on ne l'est pas tout-à-fait de même sur son essence, sur ses propriétés, sur sa maniere d'agir.

XX. LEÇON.

Quelques Physiciens ont pensé que ce fluide pourroit bien être la substance même du corps électrisé, atténuée, subtilisée & poussée au-dehors par le frottement, par la chaleur, ou par les autres moyens qu'on employe pour produire l'Electricité. Mais l'expérience a toujours fait voir que les corps, pour la plupart, peuvent être électrisés autant & aussi long-tems qu'on le veut, sans souffrir aucun déchet sensible ; ce qui ne pourroit être, si les émanations électriques se faisoient à leurs dépens. S'il y en a dont le poids diminuë par l'électrisation, il est aisé de reconnoître que ce qu'ils perdent de leur propre fonds, n'est point ce qui produit l'électricité : l'eau, par exemple, quand on l'électrise, s'évapore en plus grande quantité, qu'elle ne le feroit, si on la laissoit dans son état naturel ; mais

Cette matiere n'est pas celle du corps électrisé.

XX. LEÇON.

les étincelles qu'on fait briller alors à sa surface, peuvent-elles être attribuées à une vapeur aqueuse? (a)

Ce n'est point l'air de l'atmosphère.

D'autres ont imaginé que cette matiere pourroit bien être l'air même qui entoure le corps qu'on électrise. Pourquoi, disent-ils, ce fluide ne recevroit-il pas de ce corps qu'il touche une modification propre à lui faire produire les phénomènes de l'Electricité, comme il reçoit d'un corps sonore, celle qui le met en état de transmettre les sons?

On peut dire, contre cette opinion, 1°. que l'Electricité a ses effets dans le vuide de Boyle, c'est-à-dire, dans un espace où il n'y a, pour ainsi dire, plus d'air: il est vrai que certains phénomènes réussissent moins bien dans le vuide que dans le plein air; mais il en est d'autres qui le souffrent, & même qui l'exigent, comme nous le ferons voir par la suite; on verra pareillement

(a) Le Lecteur qui souhaitera de plus grands détails sur ce sujet, en trouvera *Mémoires de l'Académie des Sciences 1747... pag.* 234; & *Recherches sur les Causes particulieres des Phénomènes Electriques, pag.* 323. *& suiv.*

que ceux à qui la présence de l'air est favorable, ne dépendent point de lui essentiellement. On peut ajouter, 2°. que la matiere électrique a des qualités qui ne conviennent point à l'air : elle passe à travers certains corps qui sont absolument imperméables à ce fluide : elle a une odeur, & il n'en a pas, elle devient lumineuse, elle s'enflamme, elle brûle, l'air ne fait rien de tout cela. 3°. Enfin la matiere électrique transmet ses mouvements avec une rapidité & une vîtesse, à laquelle celle du son même n'est pas comparable.

XX. LEÇON.

Tous ceux qui ont étudié l'Electricité par eux-mêmes, & qui ont réfléchi sur ses effets, s'accordent à dire aujourdhui que la matiere électrique est ce même élément qui est présent par-tout, au-dedans comme au-dehors des corps que l'on connoît sous le nom de *Feu élémentaire*, & à qui l'on attribuë la double propriété d'éclairer & d'enflammer : ou que si ce n'est pas lui-même, elle lui ressemble plus qu'à toute autre matiere.

Il y a toute apparence que c'est le feu élémentaire.

Ils conviennent encore entr'eux

XX. LEÇON.

que ce fluide eſt extrêmement élaſtique, parce que cela paroît indiqué par la propagation rapide de ſes mouvements, & par l'énergie de ſon action : mais quelques-uns, par convenance pour leurs ſyſtêmes, le ſuppoſent aſſez flexible pour être reſſerré & condenſé dans les corps, par certains moyens ; & aſſez extenſible pour ſe raréfier de lui-même dans les eſpaces où il ceſſe d'être contenu ou arrêté : ce qu'il n'eſt pas aiſé de concilier avec l'idée d'une matiere qui reſſemble à celle de la lumiere & du feu. Conſultons l'expérience pour ſavoir à quoi nous devons nous en tenir ſur ces opinions.

SECONDE PROPOSITION.

Il eſt très-probable que la matiere électrique eſt la même que celle du feu & de la lumiere.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Préparez une barre ou un tuyau de fer comme dans la ſeconde ex-

périence : faites en sorte que son extrêmité la plus reculée du globe, aboutisse dans un vaisseau de verre purgé d'air, & que le lieu où vous ferez cette expérience soit privé de lumiere.

Pour introduire dans le vuide l'Electricité de la verge de fer qui sert de Conducteur, on peut y suspendre une espèce de matras à deux goulots, un peu oblong, garni par un bout d'un robinet pour l'appliquer à la machine pneumatique, & par l'autre bout d'un gros fil de fer, dont la longueur soit moitié dedans, moitié dehors, cîmenté au goulot & terminé par une boucle, ou par un crochet pour le suspendre. Voyez la *Figure* 2. où ce matras est représenté en *E*.

EFFETS.

Si vous portez la main *F* au robinet de métal qui tient à l'un des goulots du matras purgé d'air, ou que vous approchiez vos doigts *G* de la surface du verre, tandis qu'on électrise le Conducteur : vous verrez dans l'intérieur du vaisseau plusieurs

jets d'une matiere très-lumineuse ; & si vous le touchez, vous apercevrez une pareille matiere qui se répand dans son épaisseur, à peu-près comme une huile imprégnée de phosphore.

IV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Electrisez encore une barre de fer, semblable à celle de la seconde expérience, ou plûtôt une tringle de lit, dont le bout le plus reculé du globe, soit un peu arrondi : présentez le doigt à cette partie comme pour en tirer une étincelle, & placez entre l'un & l'autre le lumignon d'une chandelle nouvellement éteinte. Voyez la *Figure* 3.

EFFETS.

Si lorsque l'étincelle éclate, l trait de matiere électrique traver le jet de fumée qui sort du lumignon vous verrez presque toujours la char delle se rallumer.

Fig. 1.

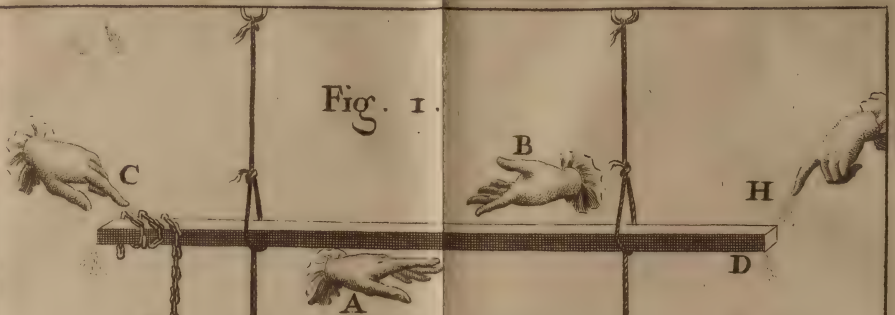
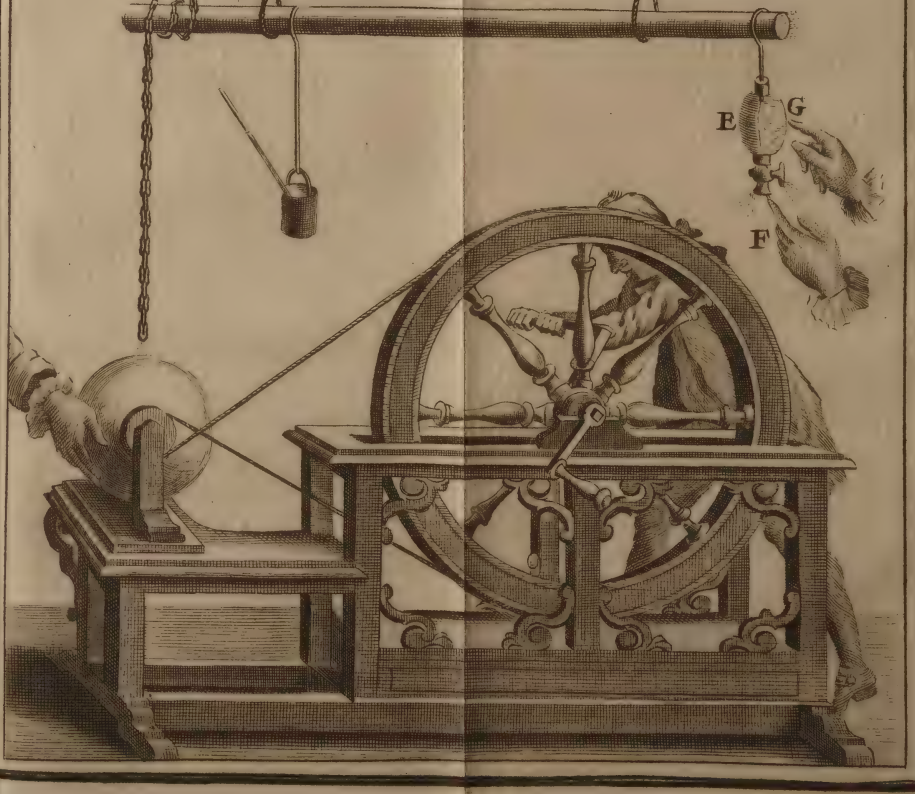


Fig. 2.



V. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Faites chauffer sur des charbons ardents une cuiller d'argent ou de quelqu'autre métal, remplie aux trois quarts de bon esprit-de-vin, & présentez-la au Conducteur des expériences précédentes, lequel pour cet effet doit être un peu recourbé en en-bas; ou bien on peut y suspendre un gros fil de fer terminé par en-bas en anneau fort alongé *A* (*fig.* 3.)

EFFETS.

Dès que la liqueur sera à quelques lignes de distance du métal électrisé, vous la verrez immanquablement s'enflammer, par les étincelles qui éclateront entre l'une & l'autre.

REFLEXIONS.

La matiere qu'on voit briller dans ces trois dernieres expériences, & qu'on appercevra encore sous différentes formes dans bien d'autres cas dont nous aurons occasion de parler, est certainement la matiere

XX. LEÇON.

électrique, puisqu'elle ne se montre ainsi que quand on la met en jeu par l'électrisation, & qu'elle disparoît quand l'Electricité cesse; or cette matiere luit & éclaire comme celle qui nous fait voir les objets; elle brûle & enflamme comme celle qui produit le feu ou l'embrasement des corps combustibles. La ressemblance dans les effets annonce assez sûrement l'identité des causes; ainsi d'après les expériences qu'on vient de voir, on peut conclure avec beaucoup de vraisemblance que ce fluide reconnu par les Physiciens sous le nom de *Feu élémentaire*, & à qui ils attribuent la propriété de produire la *lumiere*, est aussi celui que la nature employe pour tous les phénomènes électriques.

L'observation vient ici à l'appui de l'expérience, & nous porte à croire de plus en plus que le feu, la lumiere & l'Electricité dépendent du même principe, & ne sont que trois modifications différentes d'un même être; ce qui est d'ailleurs, on ne peut pas plus conforme à cette sage économie qu'on voit régner

dans l'univers, où les causes physiques sont employées avec épargne, & les effets multipliés avec magnificence.

Analogies du feu élémentaire avec la matiere électrique.

1°. LE FEU n'agit pas de lui-même & sans être excité : les corps qui en contiennent le plus, ou qui ont le plus de disposition à se prêter à son action, les huiles, les esprits & vapeurs qu'on nomme *inflammables*, les phosphores ne s'embrasent point d'eux-mêmes ; il faut que quelque cause particuliere développe ou excite le principe d'inflammation qui est en eux. Mais de tous les moyens propres à animer ce principe, il n'en est pas de plus efficace, ni de plus prompt, que celui-là même qui fait naître primitivement l'Electricité : les corps deviennent électriques de la même maniere qu'on les rend chauds ; en les frottant, on fait un & l'autre. Ils peuvent être électrisés par communication, comme un corps peut être embrasé par un autre qui l'a été avant lui ; mais il faut toujours que celui de qui ils tiennent leur vertu ait été frotté, à peu-près comme la flamme qui con-

XX. LEÇON.

sume une bougie, vient originairement d'une étincelle que le frottement ou la collision a fait naître.

2°. Quand on frotte un corps pour l'échauffer, la chaleur pour l'ordinaire naît d'autant plus vîte, & devient d'autant plus grande, que ce corps est plus dense, ou que ses parties sont plus élastiques; le plomb s'échauffe foiblement sous la lime & sous le marteau; mais le fer & l'acier y deviennent brûlants, parce qu'ils ont plus de ressort que les autres métaux. On peut remarquer aussi que les corps capables de devenir électriques par frottement acquiérent cet état d'autant plus vîte, & dans un dégré d'autant plus éminent, que leurs parties sont plus roides, & plus propres à une vive réaction. La cire blanche de bougie par exemple, qui devient un peu électrique pendant le grand froid, ne l'est point du tout quand on l'éprouve par un tems & dans un lieu chaud. La cire d'Espagne le devient davantage en tout tems; mais elle ne l'est jamais autant que le soufre & l'ambre, qui peuvent être frottés

plus fortement & plus long-tems, ſans que leurs parties s'amoliſſent & perdent leur reſſort. N'eſt-ce point auſſi par cette derniere raiſon, que le verre frotté devient plus électrique qu'aucune autre matiere connuë?

3°. L'action du feu ſemble s'étendre davantage, & avec plus de facilité, dans les métaux, que dans toute autre eſpêce de corps ſolide; car ſi l'on tient par un bout une verge de fer, de cuivre, d'argent, &c. de médiocre longueur, & que l'autre extrêmité touche au feu, la chaleur ſe communique bientôt juſqu'à la main: on n'apperçoit pas la même choſe avec une regle de bois, un tuyau de pipe, un tube de verre, une plaque de marbre ou de pierre. Je ne m'arrête point à chercher ici la raiſon de cette différence; mais j'obſerve ſeulement que l'Electricité, comme la chaleur, s'étend facilement dans les métaux, & dans tout ce qui en contient beaucoup. Si j'électriſe, par exemple, une barre de métal, & en même tems avec les mêmes moyens, tel autre corps que ce ſoit, ou du regne végétal, que du regne

minéral, qui ne soit point métallique, jamais je n'apperçois autant d'Electricité dans celui-ci que dans l'autre.

XX. LEÇON.

4°. Le feu qui ne trouve pas d'obstacle, qui est dégagé de toute matiere étrangere (je parle du feu élémentaire, & j'excepte les cas où ses rayons sont condensés par réflection, par réfraction ou autrement) le feu, dis-je, qui cede au 1er. dégré de mouvement qu'on lui imprime, se dissipe sans chaleur sensible, & ne produit que de la lumiere; mais quand son effort est retardé, & qu'il trouve de l'opposition, il croît de plus en plus par la force qui continuë de l'animer, & s'il vient à rompre ce qui le retient, semblable à la bombe qui éclate, il s'arme, pour ainsi dire, des parties de la matiere qu'il a divisée; il heurte avec violence les corps qui sont exposés à son choc, & à travers desquels il passeroit librement & sans effet s'il étoit seul; ce principe est prouvé par une infinité de phénomènes familiers, dont on trouvera des exemples dans notre XIIIe. Leçon

On voit aussi quelque chose de semblable dans l'Electricité : si j'électrise extérieurement, soit en frottant, soit autrement, un globe ou tout autre vaisseau de verre qui soit vuide d'air, & purgé par conséquent des vapeurs dont ce fluide est toujours chargé ; je n'apperçois au-dedans qu'une lumiere diffuse, à peu-près comme celle des éclairs, que la grande chaleur fait naître par un tems serein : cette Electricité intérieure ne se manifeste plus comme d'ordinaire, par des pétillemens, de petits éclats, des étincelles ; apparemment parce que le vaisseau purgé d'air ne contient plus qu'un feu élémentaire, dégagé de toute substance étrangere : ce fluide au moindre mouvement qu'on lui communique, s'enflamme sans effort, mais aussi sans autre effet que celui de luire dans l'obscurité. XX. LEÇON.

5°. La matiere du feu faisant fonction de lumiere, se meut pour l'ordinaire plus librement dans un corps dense, que dans un milieu plus rare ; plus librement, par exemple, dans l'eau que dans l'air, & encore

XX. LEÇON.

plus dans le verre que dans l'eau ; c'est au moins une conséquence qu'on a cru devoir tirer des loix qu'on lui voit suivre communément dans ses réfractions ; la matiere électrique paroît affecter aussi de se mouvoir le plus long-tems, & le plus loin qu'il est possible dans le corps solide qui est électrisé, comme si l'air environnant étoit pour elle un milieu moins perméable : il en sort plus par les extrêmités & par les angles saillants d'une barre de fer, que de tout autre endroit de cette même barre ; c'est à ces angles qu'elle se manifeste davantage, comme il est aisé d'en juger par les émanations lumineuses ; & si l'on électrisoit plusieurs barres semblables, qui fussent suspenduës bout à bout, l'Electricité passeroit infailliblement de l'une à l'autre, & s'étendroit incomparablement plus loin qu'elle ne peut faire dans l'air, lorsqu'une fois elle a quitté le corps d'où elle part.

6°. Le mouvement de la lumiere se transmet en un instant à de grandes distances, soit qu'elle vienne directement de sa source, soit qu'on

la réfléchisse ou qu'on la réfracte : l'expérience nous fera voir aussi dans tout le cours de cette Leçon que l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle, parcourt en un clin d'œil un espace très-considérable, pourvu qu'elle trouve des milieux propres à transmettre son action.

7°. Enfin, l'Electricité, comme le feu, n'a jamais plus de force que pendant le grand froid, lorsque l'air est sec & fort dense; & au contraire pendant les grandes chaleurs, & lorsqu'il fait humide, il arrive rarement que ces sortes d'expériences réussissent bien. On a observé que l'humidité est plus à craindre pour les corps qu'on veut électriser par frottement, que pour ceux à qui l'on veut seulement communiquer l'Electricité; une corde mouillée, par exemple, transmet fort bien cette vertu; mais un tube de verre ne donne presque aucun signe d'Electricité, quand on le frotte avec un corps ou dans un air qui n'est pas bien sec. C'est en quoi j'aperçois encore une certaine analogie avec le feu; car l'embrasement, ainsi

XX. LEÇON.

que l'Electricité, ne naît point dans des matieres fort humides; mais s'il est excité d'ailleurs, la chaleur qui en est l'effet, s'y communique aisément.

On peut donc supposer, en considérant toutes ces analogies, que la matiere qui fait l'Electricité, ou qui en opere les phénomènes, est la même que celle du feu & de la lumiere: une matiere qui brûle, qui éclaire, & qui a tant de propriétés communes avec celle qui embrase les corps & qui nous fait voir les objets, seroit-elle autre chose que du feu, autre chose que la lumiere même?

Cependant on ne peut pas dire que la matiere électrique soit purement & simplement l'élément du feu dépouillé de toute autre substance; l'odeur qu'elle fait sentir, semble prouver que cela n'est pas. On peut ajouter que quand cette matiere s'enflamme, elle paroît sous différentes couleurs, tantôt d'un brillant éclatant, tantôt violette ou purpurine, selon la nature des corps d'où elle sort, & selon l'état actuel des milieux où elle est reçuë.

XX. LEÇON.

Il me paroît donc très-probable que la matiere électrique, la même au fond que celle du feu élémentaire ou de la lumiere, est unie à certaines parties du corps électrisant ou du corps électrisé, ou du milieu par lequel elle a passé.

La matiere électrique n'est pas le feu élémentaire tout pur.

TROISIEME PROPOSITION.

Pour l'Electricité, comme pour la Lumiere, tous les corps ne sont pas également perméables.

VI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Au lieu de la barre de fer employée dans la seconde expérience, essayez d'électriser un long bâton de cire d'Espagne ou de soufre, une longue bougie ou un cierge de cire blanche qui n'ait point de meche, un tube de verre, &c.

EFFETS.

Vous ne verrez pas sortir de ces corps, comme du métal, ces belles aigrettes lumineuses dont nous avons fait mention; vous ne sentirez pas

XX. LEÇON.

autour d'eux ces écoulements qui touchent la peau comme un souffle léger, ou comme des toiles d'araignée : quand vous en approcherez le doigt, vous n'exciterez pas ces étincelles vives & brillantes ; à peine appercevrez-vous à leur surface une petite lueur morne & rampante qui ne se fera pas sentir sur la peau.

VII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Mettez des fragments de feuilles d'or, ou des petites plumes dans un vase de verre, dont l'ouverture soit large ; couvrez-le d'une plaque qui ait 3. à 4. lignes d'épaisseur, de résine, de soufre, de cire d'Espagne, de cire blanche dont on fait la bougie, & généralement de toute matiere grasse ou résineuse ; présentez au-dessus un tube nouvellement frotté.

EFFETS.

A peine appercevrez-vous quelques légers mouvements aux petites feuilles que vous aurez mises au fond du vase : au lieu qu'elles feroient vi-

vement agitées, si le vase étoit couvert de bois, de carton, de métal, &c.

VIII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Répétez la seconde expérience dans un lieu privé de lumiere, & présentez le bout de votre doigt, ou quelque morceau de métal, à l'aigrette lumineuse que vous verrez briller au bout de la barre de fer électrisée.

EFFETS.

Vous pourrez remarquer que les rayons enflammés de l'aigrette *H*, *fig.* 1.) devenant bien moins divergents, qu'ils ne le sont naturellement, se courberont & se plieront comme pour embrasser votre doigt, trouvant sans doute une entrée plus libre que dans l'air même de l'atmosphere.

REFLEXIONS.

Nous nous contentons pour le présent de rapporter ces trois expé-

XX. LEÇON.

riences, pour prouver notre derniere proposition; nous aurons occasion d'en faire connoître beaucoup d'autres qui concourent à établir avec celles-ci, 1°. que la matiere électrique ne pénétre pas tous les corps indistinctement avec la même facilité; 2°. que les matieres sulfureuses, grasses & résineuses, les gommes, la cire, la soye, &c. ne la reçoivent, & ne la transmettent que peu, ou point du tout; 3°. que la matiere électrique pénétre plus aisément, & se meut avec plus de liberté dans les métaux, dans les corps animés, dans l'eau, &c. que dans l'air de l'atmosphere, quoique ce dernier fluide ait peu de densité.

QUATRIEME PROPOSITION.

L'Electricité ne dilate point les corps, & n'augmente point leurs dimensions ou leur volume comme la chaleur.

IX. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Electrisez fortement un thermometre de mercure, dont la boule sera plongée

plongée dans un petit vase de métal plein d'eau, & suspendu avec un fil de fer à la barre de la seconde expérience comme en *I*. (*fig.* 2.)

XX. LEÇON.

EFFETS.

Quelque sensible que soit le thermomètre, & quelque forte que soit l'Electricité, on ne voit jamais le mercure s'élever de la plus petite quantité dans le tube.

REFLEXION.

Si l'Electricité dilatoit les corps, on s'en appercevroit sans doute dans le cas dont il s'agit: le tube du thermomètre étant capillaire, pour peu qu'il y eût d'augmentation au volume de mercure contenu dans la boule, on verroit un effet semblable à celui que produit une augmentation de chaleur. Puisque cela n'arrive pas, on peut conclurre en toute sûreté ce que j'ai énoncé dans la proposition.

Je sais bien que quelques auteurs ont prétendu avoir vu monter la liqueur dans des thermomètres électrisés; mais j'ai tant de fois répété cette épreuve, & j'y ai apporté tant

XX. LEÇON.

de soins & de précautions, que j'ose assurer que cet effet, si on l'a vu, ne venoit point de l'Electricité, mais de quelque dégré de chaleur communiqué par inadvertance au thermométre.

Il pourroit bien se faire aussi que les corps qu'on électrise en frottant, augmentassent un peu de volume; mais c'est qu'alors on les échauffe en même tems qu'on les électrise; & la vertu électrique, sans y contribuer, n'empêche pas que la chaleur n'ait son effet ordinaire, qui est de dilater les corps.

Il me reste encore bien des choses à dire sur les propriétés de la matiére électrique, sur sa maniére d'être dans les corps, sur les mouvemens qu'elle affecte, ou dont elle est susceptible; mais je me ferai mieux entendre sur tout cela, quand j'aurai exposé les phénomènes qui sont comme la base du sujet que je traite, & que j'aurai instruit le Lecteur des procédés, & des circonstances dont ces effets dépendent; ainsi je réserve pour la IIIe. Section, ce qui me reste à ajouter ici.

ARTICLE SECOND.

XX. LEÇON.

Sur les moyens d'exciter, ou de faire naître la vertu électrique.

LA matiére électrique réside dans tous les corps, & dans l'air même qui les entoure ; mais sa présence seule ne suffit pas pour faire ce qu'on nomme *Electricité* ; il faut pour cela qu'elle soit excitée d'une certaine façon, & qu'elle reçoive le mouvement qui constituë essentiellement cette vertu ; prendre ces deux choses indistinctement l'une pour l'autre, comme font bien des gens, c'est confondre le sujet avec ses modifications ; c'est à peu-près comme si l'on prétendoit qu'il y a des sons par-tout, & quand il y a de l'air ? c'est comme si l'on disoit qu'il y a chaleur & lumiére par-tout où se trouve l'élement qui est capable de produire l'un & l'autre effet.

La matiére électrique sans mouvement n'est point l'Electricité.

C'EST en frottant la superficie des corps qu'on s'est apperçu que la plûpart d'entr'eux étoient *électriques*, c'est-à-dire, qu'ils avoient quelque

Origine du mot *Electricité*.

XX. LEÇON.

chose de commun avec l'ambre ; espèce de bitume, que les Grecs nommoient ἤλεκτρον, & les Latins *Electrum*. Si nous avions exprimé cette ressemblance par le mot François *ambré*, on n'auroit pas manqué de l'entendre de la couleur, ou de l'odeur qui est naturelle à l'ambre : ce qu'il falloit désigner, c'étoit cette propriété qu'on lui connoît depuis long-tems d'attirer les pailles & autres corps légers qui sont à sa portée, quand on l'a frotté sur la main ou sur quelque étoffe.

Diverses façons d'exciter la vertu électrique; le frottement est la premiére de toutes.

LES Physiciens qui se sont appliqués les premiers à la recherche des corps électriques, n'ont employé que le frottement pour faire leurs épreuves : d'autres après eux y ont joint quelques dégrés de chaleur préparatoires ; & enfin l'on a essayé d'électriser simplement en chauffant.

On a cherché aussi quelles étoient les matiéres les plus propres à frotter efficacement ; cela nous a valu des connoissances certaines dont je rendrai compte, & aussi quelques opinions contestées qui méritent qu'on les examine.

Il s'eſt trouvé bien des matiéres qui n'ont pu être frottées, faute de conſiſtance ; & d'autres qui pouvant l'être, n'ont jamais montré aucune marque d'Electricité : mais ce que le frottement n'a pu faire ſur celles-ci, on l'a obtenu par un autre moyen qui a prodigieuſement étendu le régne électrique : de toutes les épreuves qui ont été faites, tant de l'une que de l'autre maniére, en différens tems, en différens lieux, & par diverſes perſonnes, il a réſulté ce que je vais expoſer dans les Propoſitions ſuivantes.

PREMIERE PROPOSITION.

De tous les corps qui ont aſſez de conſiſtance pour être frottés, ou dont les parties ne s'amolliſſent point trop par le frottement, il en eſt peu qui ne s'électriſent quand on les frotte.

I. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Frottez ſucceſſivement ſur quelque étoffe de laine, ſur du papier gris, ou ſur la main nuë, ſi elle eſt

XX. LEÇON.

bien sèche, tous les corps solides que vous serez à même d'éprouver; & après avoir frotté chacun d'eux, présentez-le à quelques pouces de distance, au-dessus d'une assiette de métal, ou d'une feuille de fer-blanc couverte d'une légere couche de son de farine, ou à pareille distance, vis-à-vis d'un fil de soye ou de lin, suspendu librement dans un air calme: & vous verrez immanquablement ce qui suit.

EFFETS.

1°. Presque tous les corps qui auront été ainsi frottés, attireront à eux le son de farine, ou tout autre corps léger qui sera à portée d'eux.

2°. Tous n'acquerront point par le même frottement, & dans les mêmes circonstances, un égal dégré d'Electricité; car vous observerez en réiterant les épreuves, que le verre agit plus fortement, de plus loin, & plus long-tems que le soufre & la cire d'Espagne; & que ces deux dernières substances auront toujours plus de vertu que la cire blanche dont on fait la bougie, plus que la résine,

la poix, &c.; & qu'enfin la plûpart des bois, les os des animaux, les pierres opaques en auront ordinairement moins que toutes les autres matiéres.

3°. Aucun métal ne deviendra jamais électrique par le frottement, non plus que les corps animés : je dis les corps animés, & non pas les matiéres animales; car celles-ci, comme les cheveux, les poils, les os, la corne, la soye, &c., s'électrisent fort bien quand on les frotte.

SECONDE PROPOSITION.

Un dégré de chaleur, qui n'est point capable d'amollir les corps, les rend plus propres à s'électriser par le frottement.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il y a certains tems dans lesquels on a peine à électriser les tubes & les globes de verre en les frottant; il y a aussi certains corps, tels que les os, les bois tendres, les pierres opaques qui donnent à peine quelques

XX. LEÇON.

légers signes d'Electricité après le plus rude frottement : passez le verre seulement deux ou trois fois au-dessus d'un réchaud plein de charbons bien allumés, & chauffez fortement les autres corps, de sorte qu'ils commencent à se rouffir.

EFFETS.

Alors tous ces corps s'électriseront bien plus aisément, & montreront une vertu plus forte & plus durable, que celle qu'ils ont coutume d'avoir quand on ne les chauffe pas avant de les frotter.

OBSERVATIONS.

Les métaux ne s'électrisent point par le frottement.

IL paroît donc, par les résultats de la première expérience, qu'à l'exception des métaux & des corps vivants, toutes les autres substances peuvent s'électriser plus ou moins, quand on les peut frotter : mais il est certain que de toutes celles qu'on a éprouvé jusqu'à présent, il n'en est aucune qui ait paru aussi propre que le verre, à produire les phénomènes électriques ; non-seulement parce qu'il possede dans un dégré éminent

XX. LEÇON.

la propriété de s'électriser, mais encore parce qu'étant susceptible de recevoir toutes sortes de formes, il nous fournit des instrumens commodes, & très-convenables aux expériences de ce genre.

Toutes sortes de verres ne s'électrisent pas également bien.

Ce n'est pas cependant que toutes les espèces de verres soient également électrisables : il y en a qui ne le sont point du tout, ou qui ne le sont presque point ; tel est, par exemple, celui dont on fait les glaces à Saint-Gobin en Picardie ; je l'ai mis cent fois à l'épreuve, en forme plate, en forme de tube, en forme de globe, & dans toutes sortes de tems ; à peine en ai-je pu tirer quelques signes un peu sensibles d'Electricité.

Le verre dont on fait les vitres, celui qui sert à la gobléterie, lorsqu'il est nouvellement fabriqué, a beaucoup de peine aussi à s'électriser ; j'ai souvent frotté avec beaucoup d'obstination & sans succès, les tubes, & d'autres piéces dans la verrerie même où je les avois fait faire ; ce n'a été qu'après plusieurs mois, & quelquefois après des an-

nées entiéres, que j'en ai pu tirer parti.

XX. LEÇON.

A force d'être frottés, certains verres deviennent plus électrisables.

Il est sûr, & je l'ai observé constamment, que le verre, à force d'être frotté, en devient plus propre aux expériences électriques; des matras & des globes de nos petites Verreries, qui ne m'avoient montré d'abord qu'une Electricité très-foible, après avoir été exercés pendant quelques mois, sont devenus enfin de très-bons instrumens.

L'électrisabilité du verre ne tient ni à la couleur, ni à la transparence, ni à la figure.

Ce n'est ni à la transparence plus ou moins parfaite, ni à la couleur du verre, qu'on doit s'en prendre pour rendre raison de ces variétés, puisque le même verre acquiert, par succession de tems, la vertu électrique qu'il n'avoit pas d'abord; celui dont on fait des bouteilles à Sevres, m'a très-bien servi, tandis que des globes de verre blanc ne sont devenus passablement bons qu'après avoir été exercés & mis à l'épreuve pendant un certain tems.

Mais plutôt au dégré de dureté & de cuisson.

Je ne puis dire positivement à quoi il tient que certain verre soit ou ne soit point électrisable par frottement; mais je soupçonne que cela vient

principalement de son dégré de dureté & de cuisson; ce qui me porte à penser ainsi, c'est que celui de nos Manufactures de Saint-Gobin & de Cherbourg, le plus dur, le plus compact, & le plus cuit de tous nos verres de France, est en même tems, celui qu'on a le plus de peine à électriser, tandis que le cristal d'Angleterre, celui de Bohême, &c. qui sont bien plus tendres, sont les meilleurs de tous pour les expériences d'Electricité. Il y a plus; je me suis procuré des verres imparfaits, qui n'avoient point été assez long-tems au four pour être fins; & quoiqu'ils fussent de la même composition que les glaces, ils se sont électrisés très-sensiblement.

XX. LEÇON.

Grandeur, figure, épaisseur du verre.

L'expérience n'a rien déterminé jusqu'ici avec précision sur la grandeur ni des tubes ni des globes; mais si les premiers ont deux pieds & demi ou trois pieds de longueur, un pouce ou 15. lignes de diamétre, & qu'ils soient d'une grosseur à peu-près égale d'un bout à l'autre, ils pourront être frottés plus commodément, & s'électriser avec moins de fatigue:

XX. LEÇON.

un globe qui aura 10. à 12. pouces de diamétre, & qui fera environ 4. tours par seconde, recevra un frottement convenable ; & il ne faut pas croire que s'il étoit de moitié ou d'un quart plus petit ou plus grand, ses effets dussent diminuer ou augmenter dans la proportion de ces différences de grandeur.

Quand le globe est vraîment une sphère creuse de verre, de toute la zone qu'on frotte, il n'y a que la partie la plus prochaine de l'équateur qui puisse approcher assez du conducteur, s'il est droit ; les autres s'en trouvent trop éloignées, à cause de la courbure du vaisseau ; c'est pourquoi bien des gens, sur-tout en Italie, en Allemagne, & même en Angleterre, préferent, à la figure sphèrique, celle d'une grosse olive, ou d'un cylindre terminé par deux goulots, mais comme ces derniéres formes exigent plus d'adresse & de soin de la part des ouvriers qui soufflent le verre, on peut s'en tenir à la premiére, en garnissant, si l'on veut, le bout du conducteur avec quelque frange traînante qui

s'accommode à la figure du verre.

XX. LEÇON.

Quand l'une des surfaces d'un vaisseau ou d'une lame de verre vient d'être frottée, celle qui ne l'a point été, se trouve électrisée comme elle, & produit les mêmes effets, pourvu néanmoins que toutes deux répondent à des milieux de même nature, & qui soient compatibles avec la vertu électrique ; car si l'une, par exemple, se trouve dans l'air libre, & l'autre dans le vuide, il n'y a que celle-ci qui produise ordinairement les signes d'Electricité : ces deux faits qui sont très-dignes d'être observés, seront amplement prouvés par la suite.

Le verre qui n'a qu'une médiocre épaisseur (je crois qu'il en est de même de toutes les autres substances électrisables par frottement) est plus prompt à s'électriser que celui qui en a une plus grande : quand un globe ou un tube est épais d'une ligne, il a assez de consistance pour résister aux efforts qu'on fait sur lui en le frottant ; & son Electricité s'excite aisément.

Quant à la maniére de frotter, j'ai

XX. LEÇON.

Maniére de frotter le verre.

cherché long-tems & avec soin quelle étoit la meilleure; il m'a paru que le frottement soutenu ou réiteré dans le même sens, réussissoit mieux que quand il se faisoit alternativement en sens contraire. Ainsi je préfere l'action d'un rouet qui fait tourner le globe uniformément, & qui mene toujours les parties du verre le plus nouvellement frottées vers le conducteur par la voye la plus courte à celle d'un archet qui le feroit aller alternativement dans un sens & dans l'autre: &, quand je frotte un tube ou un bâton de cire d'Espagne, je ne le serre avec la main, que dans l'un des deux mouvemens qu'elle fait en parcourant sa longueur.

Le frottement le plus rude n'est pas toujours celui qui a le meilleur succès; j'ai remarqué au contraire que, dans les tems favorables à la vertu électrique, il valoit mieux frotter légérement, que d'appuyer bien fort; & quand il ne fait pas un tems bien propre à ces expériences, ou que l'instrument est fait d'un verre difficile à électriser, c'est par la durée du frottement, plûtôt

que par sa violence, qu'on peut espérer de réussir.

XX. LEÇON.

Si quelqu'un dans la vûë de se procurer deux Electricités égales, entreprenoit de faire éprouver des frottemens égaux à deux globes de différentes matiéres, il en viendroit à bout, en les faisant tourner avec la même vîtesse, en leur appliquant des frottoirs de la même nature, des mêmes dimensions, appliqués avec des dégrés de pression semblables entr'eux : tout cela se peut faire aisément ; mais je lui donne avis que ces parités observées le plus scrupuleusement dans les moyens, ne le conduiront pas au but qu'il se propose ; parce que tel frottement qui conviendra pour bien électriser le verre, ne produira pas toujours le même effet sur la cire d'Espagne, sur le soufre, ou sur toute autre substance.

Des frottemens égaux ne suffisent pas pour électriser également différens corps.

Les Physiciens qui se sont appliqués aux expériences d'Electricité, ne sont pas bien d'accord entr'eux sur la matiére qu'on doit employer de préférence pour frotter le verre & les autres corps électrisables. Les

Choix des matiéres qui doivent être employées à frotter les corps électriques.

XX. LEÇON.

uns recommandent de frotter avec la main nuë ; les autres veulent qu'entre la main & le corps que l'on frotte, il y ait une feuille de papier gris, ou une étoffe de laine, un morceau de peau de chamois saupoudrée de blanc d'Espagne ou de Tripoli; plusieurs font tourner leurs globes, contre des coussinets de peau de buffle remplis de crin ou de quelqu'autre matiére animale : d'autres font les leurs avec plusieurs feuilles de papier doré ou argenté, appliquées les unes sur les autres, ou avec des étoffes, dans le tissu desquelles il soit entré de l'or, de l'argent, ou quelqu'autre métal.

Il est certain que tous les frottoirs ne sont pas également bons, & qu'il y a un choix à faire, sur lequel la seconde & la troisiéme section nous fourniront des lumiéres : je dirai seulement ici, comme par anticipation, que les matiéres animales & les métaux méritent la préférence, & que rien ne m'a jamais paru aussi propre à cet usage que la main nuë lorsqu'elle n'est point humide par transpiration ou autrement. J'ai remarqué

XX. LEÇON.

remarqué cependant que tout le monde n'a point la main également propre à électriser le verre; & c'est sans doute ce qui a porté quelques Auteurs à soutenir, avec une sorte d'opiniâtreté, qu'on devoit toujours donner la préférence aux coussinets: e la leur donnerois moi-même en certains cas; lorsqu'on a lieu de craindre, par exemple, que le globe n'éclate par une Electricité trop vio-ente jointe à la force centrifuge que a rotation fait prendre aux parties rottées; accidens dont on a vu plu-eurs exemples, & dont j'ai eu soin 'avertir; (a) mais ce ne sera jamais ans la vûë de produire le plus grand ffet possible: quand je me suis servi e ma main nuë, j'ai toujours frotté vec plus de succès, que je n'ai pû faire avec des coussinets de quel-ue espèce qu'ils fussent.

Distinction à faire entre les animaux, & les matières animales.

Quand il est question de matiéres électrisables par frottement, il faut en se garder de confondre les corps vans, les animaux proprement s, avec ce qu'on appelle commu-

(a) Mémoires de l'Académie des Sciences 3. pag. 444.; & 1755. pag. 311.

XX. LEÇON.

nément *matiére animale*, comme la soye, les cheveux, le poil, les ongles, la corne, les os, &c. Toutes ces substances donnent des signes d'Electricité, quand on les frotte; mais l'animal même n'en donne point. Personne n'ignore à présent qu'on fait étinceller un chat dans l'obscurité, en lui passant deux ou trois fois la main sur le dos : s'il étoit rasé, cela n'arriveroit plus. Le soir, & sur-tout en hyver, il n'y a presque personne qui ne puisse faire étinceller son linge, en se déshabillant dans l'obscurité, ou en tirant ses bas brusquement; M. Symmer, Auteur Anglois, nous a donné sur cela des dissertations & des expériences tout-à-fait curieuses, que j'ai répétées avec plaisir, & qui m'ont conduit à quelques découvertes assez intéressantes. (*a*)

Esprits folets & autres feux de la même nature.

C'est à de pareils feux qu'il faut s'en prendre pour rendre raison de ces prétendus *Esprits folets* qui s'affectionnent, dit-on, pour certains chevaux, & qu'on voit quelquefois

(*a*) Memoires de l'Académie des Sciences 1758. pag. 244. & suiv.

briller sur leur poil. Dans un tems sec & frais, l'étrille du Palfrenier & le morceau de serge qui la suit en frottant, électrisent le poil de l'animal, & le font luire ou étinceller d'une maniére très-propre à effrayer un homme simple qui n'a jamais entendu parler d'Electricité.

Si les Anciens eussent été au fait de cette vertu naturelle, comme le prétendent aujourdhui quelques Erudits, qui ne veulent rien devoir à leurs contemporains, Virgile n'auroit pas dû célébrer, comme un prodige, cette lumiére dont on vit briller la chevelure du fils de son Héros; (a) car maintenant le plus mince Electriseur est en état de produire un pareil miracle.

Tous ces feux sont certainement des signes d'Electricité bien reconnus & bien avoués: il paroît même que la chaleur animale y a quelque part; mais on ne peut pas dire qu'ils dépendent essentiellement d'elle; car

(a) *Ecce levis summo de vertice visus Iuli*
Fundere lumen apex tactuque innoxia molli
Lambere flamma comas & circum tempora pasci.
Virg. Æneidos. Lib. 6.

XX. LEÇON.

on obtient de pareils effets en faisant chauffer un drap ou une serviette de linge uni devant le feu; & en la secouant ensuite avec la main, ou autrement, dans un lieu privé de lumiére : tous les corps qu'on fait étinceller de cette maniére, deviennent en même tems électriques à d'autres égards; ils attirent & repoussent comme du verre ou de la soye qu'on a frotté.

Chauffer les corps qu'on veut électriser par frottement.

Chauffer les corps avant que de les frotter, est une préparation par laquelle on parvient d'ordinaire à les électriser plus promptement ou plus fortement; mais il faut que la chaleur qu'on leur fait prendre, ne puisse que les sécher, (a) & non pas les

(a) Presque tous les corps électrisables, qui ont besoin d'être chauffés avant qu'on les frotte, doivent être exposés à une chaleur séche; cependant on peut citer aujourdhui, comme une exception de cette régle, l'exemple de la *Tourmaline* qui s'électrise par la chaleur de l'eau bouillante: c'est une petite pierre très-dure, brune, lisse & luisante, qui se trouve dans l'Isle de Ceylan, & qui est assez rare. Le Lecteur qui voudra s'instruire plus particuliérement des propriétés de cette pierre, pourra consulter *l'Histoire de l'Académie des Sciences 1717. pag. 7. & suiv.* une *Lettre du Duc de Noya Caraffa*,

amollir. Le soufre, la cire d'Espagne, les resines, la cire des abeilles, &c. ne peuvent se chauffer que très-peu ou point du tout; le verre, l'ambre, le jayet & les pierres précieuses, &c. peuvent éprouver une plus grande chaleur, & devenir par-là plus électrisables.

J'ai remarqué que la chaleur produite par le frottement ne supplée pas à l'action du feu; au contraire, quand le verre s'échauffe considérablement sous la main qui le frotte, c'est un mauvais signe; en tel cas, on n'a presque jamais qu'une Electricité foible & languissante: je pense que si le frottement pouvoit se faire sans produire de chaleur, l'électrisation n'en iroit que mieux; car la vertu électrique n'est jamais plus forte que quand un leger frottement suffit pour l'exciter. C'est apparemment par cette raison qu'on électrise mieux par un tems frais, que dans une saison chaude.

En conséquence de cette pensée,

mprimée in-4°., à Paris en 1759., deux Dissertations Latines, l'une de M. Æpinus, l'autre e M. Wilke dans les Mémoires de l'Académie e Berlin pour l'année 1757., &c.

XX. LEÇON.

j'ai essayé d'électriser mes globes pendant un fort hyver, & dans un lieu où le froid étoit de 9. dégrés plus grand que le terme de la congélation de l'eau; ma main, qui frottoit le verre étoit excessivement froide; & tant que cet état a duré, je n'ai obtenu qu'une foible électricité; mais les signes de cette vertu sont devenus considérablement plus forts, lorsque ma main & le verre eurent été chauffés par le moyen d'un réchaud plein de charbons allumés; d'où je conclus que, pour bien électriser par frottement, il faut que le frottoir & le corps frotté ne soient ni trop chauds ni trop froids.

La masse du frottoir, plus ou moins grande, n'est point une chose indifférente.

Le frottoir étant d'une matière convenable, doit encore faire partie d'une grande masse; un coussinet, qui ne communiqueroit pas à d'autres corps semblables à lui, c'est-à-dire, difficiles à électriser par frottement, ne produiroit pas de grands effets par lui-même; c'est en partie pour cela que la main d'un homme est ordinairement un excellent frottoir, parce qu'elle tient à une grande masse de nature semblable à la sienne

& par la même raiſon elle fait encore mieux ſi la perſonne qui frotte eſt placée immédiatement ſur le parquet de la chambre. XX. LEÇON.

Quoique les frottoirs ſe faſſent toujours avec quelque matiére ſolide, & aſſez flexible pour s'appliquer plus exactement au corps électriſable; cependant on peut exciter la vertu électrique, par le frottement d'un liquide: le mercure, par exemple, électriſe le verre en gliſſant ou en coulant ſur l'une de ſes ſurfaces: ſes balancemens réitérés dans le tube d'un barométre rempli au feu, non ſeulement ſont ſuivis d'une lueur électrique, mais ils produiſent au-dehors des mouvemens d'attraction & de répulſion.

TROISIEME PROPOSITION.

Les corps qui ne peuvent point s'électriſer par le frottement, ou qui ne s'électriſent que foiblement par cette voye, peuvent recevoir la vertu électrique par communication.

POUR communiquer la vertu électrique à un corps ſolide ou fluide, il

XX. LEÇON.

faut, 1°. le placer à une très-petite distance de celui qu'on a électrisé par frottement. Il faut, 2°. (ceci est essentiel) que le même corps soit séparé de tous ceux qui pourroient, comme lui, s'électriser par communication; sans cette précaution, l'expérience fait voir qu'il ne paroît autour de lui aucun des signes ordinaires d'électricité, apparemment parce que tout ce qu'il reçoit passe aussi-tôt dans les corps contigus, & s'y dissipe.

Mais comme un corps, tel qu'il soit, ne peut se soutenir en l'air de lui-même, séparé de tous les autres, on suspend ou l'on soutient celui qui doit s'électriser par communication, avec des appuis, ou avec des suspensoirs de verre, de soufre, de résine, de soye, &c. qui ne sont électrisables que par frottement; (*a*) & c'est ce qu'on nomme *isoler*.

(*a*) On ne peut pas dire absolument que le verre ne s'électrise point par communication; mais il s'électrise assez difficilement par cette voye; & quand il est ainsi électrisé, il n'en est pas moins propre à isoler les corps: on peut dire la même chose de toutes les matières vitrifiées.

III

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Ayant préparé un conducteur, comme dans la seconde expérience du premier article, suspendez à son extrêmité la plus reculée du globe une espêce de cage formée de trois tablettes de fer blanc, assemblées entre quatre montants à sept ou huit pouces de distance l'une de l'autre : *fig.* 4.

Placez sur ces tablettes des corps de toutes espêces ; de la viande cruë, un oiseau vivant, un œuf, une pomme, du pain, des morceaux de bois, des plantes, des fleurs, des morceaux de soufre, un bâton de cire d'Espagne, un vase de verre bien sec & bien net ; dans des poëlettes à saigner, de l'eau, de l'huile d'olives ; & dans un petit vaisseau de bois, du mercure.

Dès qu'on aura commencé à frotter le globe de verre, auquel répond le conducteur, examinez, les uns après les autres, tous les corps que vous aurez placés sur les tablettes, & vous observerez ce qui suit.

EFFETS.

XX. LEÇON.

Vous verrez, 1°. que, de tous ces corps exposés en même tems à l'action du globe, il y en aura qui deviendront très-électriques, & qui en donneront des marques très-sensibles; tels seront, l'eau, le métal, l'animal mort ou vif, le mercure, la pomme, l'œuf & les plantes vertes: 2°. Vous remarquerez que le bois sec, le pain & les végétaux qui auront peu d'humide, n'acquerront point une électricité à beaucoup près si marquée: 3°. Vous reconnoîtrez que le verre, le soufre, la cire-d'Espagne & l'huile n'en auront point du tout, ou qu'ils n'en auront que très-peu.

De cette expérience & des résultats de la 2e., de la 4e. & de la 5e. du 1er. article, qu'il faut se rappeller ici, vous pouvez tirer cette conséquence qui est passée en principe parmi les Physiciens qui ont le plus étudié les phénomènes électriques, savoir, que *plus un corps est électrisable par frottement, moins il est susceptible de s'électriser par communication*; & réciproquement, que *les matieres qui s'électr*

sent le mieux par cette derniere voye, sont les moins propres à devenir électriques par la premiere.

XX. LEÇON.

APPLICATIONS.

Conducteurs; de quelles matieres il convient de les faire.

Les premiers conducteurs ont été faits avec des cordes; & l'on a observé que celles qui étoient mouillées valoient mieux pour cet usage qu'étant séches : c'est parce que l'eau, qu'on ne peut électriser par frottement, s'électrise, on ne peut pas mieux, par communication, & qu'elle porte avec elle cette propriété dans tous les corps où elle se trouve : on doit s'attendre aussi qu'une perche de bois verd s'électrisera mieux que quand elle aura perdu sa séve, & qu'un cordon de soye ou de crin ne pourra transmettre l'électricité, comme conducteur, qu'autant qu'il sera humide.

On voit encore par-là pourquoi tous ceux qui se sont appliqués aux expériences d'électricité, se sont accordés à faire leurs conducteurs avec des chaînes, avec des fils ou avec des verges de métal, avec des tuyaux de fer blanc ou de carton doré; & pourquoi ils ont toujours préféré les

XX. LEÇON.

vaſes de métal à ceux de verre ou de porcelaine, pour contenir les liqueurs qu'ils vouloient rendre électriques, en électriſant les vaſes. Car c'eſt une choſe univerſellement reconnuë de tous les Phyſiciens électriſants, que le métal, tel qu'il ſoit, ne s'électriſe jamais par frottement; d'où il ſuit qu'il eſt très-propre à recevoir l'électricité d'un autre corps, & à la tranſmettre: il en eſt de même des animaux.

De quelle grandeur.

La diſtance à laquelle l'électricité peut s'étendre par le moyen des conducteurs, n'eſt point déterminée; il n'eſt pas même facile de le faire, parce que cela dépend du concours de pluſieurs circonſtances, qu'on ne réunit pas toujours quand on le veut, & peut-être de pluſieurs autres encore que nous ignorons; mais ſi quelqu'un entreprend jamais de réſoudre cette queſtion, il ne faut pas qu'il confonde, comme quelques Auteurs ont fait, ce phénomène particulier qu'on nomme *l'Expérience de Leyde* ou de la *Commotion*, & dont je parlerai dans la ſuite, avec l'électricité commune & proprement dite

qui se manifeste autour des conducteurs par des mouvements d'attraction & de répulsion, par des aigrettes lumineuses ; qui dure un certain tems après qu'elle a été excitée ou communiquée, & qui ne subsiste que dans les corps isolés. Tous les effets de celle-ci annoncent visiblement que la matiere électrique est animée d'un mouvement progressif qui la transporte réellement ; au lieu que le cas singulier de la commotion ne paroît être qu'un choc ou une percussion instantanée, que les parties contiguës de cette même matiere se communiquent les unes aux autres sans se déplacer : le son & le vent sont des mouvemens de l'air : seroit-il permis à un Physicien de prendre indifféremment l'un pour l'autre, s'il s'agissoit de mesurer leur vîtesse ou leur étenduë ?

XX. LEÇON.

Or cette électricité, qui ne se transmet que par des conducteurs isolés, & qui se manifeste par les signes extérieurs dont je viens de faire mention ; cette vertu, dis-je, a été portée à plus de 1200. pieds par un cordeau tendu en plein air, & soutenu de

XX. LEÇON.

distance en distance sur des cordonnets de soye ; je pense qu'il est très-possible de la faire aller deux ou trois fois plus loin, & même davantage si la corde est mouillée, ou bien si l'on employe en sa place un fil ou une chaîne de métal.

De quelle longueur, & dans quelle direction.

La vertu électrique suit le conducteur, non seulement en ligne droite, mais encore dans toutes les différentes directions qu'il prend, sans qu'on s'apperçoive d'aucun déchet ; cela est commode, en ce que par des retours multipliés, on peut renfermer un très-long conducteur dans un espace médiocre ; & de plus, on peut par le même moyen rapprocher les deux extrêmités l'une de l'autre, pour mettre l'observateur à portée de juger par lui-même des effets qu'il produit par l'action du globe.

Cerf volant électrique.

En certain tems de l'année, surtout lorsqu'il y a des nuages orageux, il regne dans l'air une électricité qui se communique à tous les corps isolés qui sont de la nature des conducteurs ; mais cette vertu est ordinairement plus forte à une certaine distance de la terre : on a imaginé d'aller au

devant d'elle avec un cerf-volant, & de la faire descendre par la corde avec laquelle on gouverne l'instrument. L'ingénieux Auteur de cette invention, (a) agissant par principes, fila la corde avec un fil de laiton, & par ce moyen il se procura des feux électriques, tels qu'on n'en avoit jamais vus, & qui doivent rendre circonspects tous ceux qui seroient tentés de se livrer à de pareilles épreuves.

De quelle masse.

On a cherché à savoir si l'électricité se communique à deux corps de même nature, en raison de leurs masses : plusieurs Physiciens ont fait des expériences relatives à cette question ; j'en ai fait aussi ; & tout bien considéré, il me paroît, 1°. que la communication de la vertu électrique ne suit ni la proportion des surfaces ni celle des masses : 2°. qu'un corps mince, toutes choses égales d'ailleurs, reçoit plus promptement & plus facilement qu'un plus

(a) M. de Romas, Lieutenant Assesseur au Présidial de Nérac. *Voyez* les Mémoires de Mathématique & de Physique présentés à l'Académie par les Savants Etrangers, *Tom. II. pag. 393.*

XX. LEÇON.

épais, toute l'électricité dont il est capable : 3°. qu'un corps qui a beaucoup de masse à surfaces égales, s'électrise plus fortement que celui qui en a moins, pourvu que la source d'où il tire sa vertu, puisse y fournir. (a)

De quelle forme.

De quelque forme que soient les masses, elles reçoivent la vertu électrique : je l'ai communiquée au plus haut degré à des enclumes & à des barres de fer de 10. pieds de longueur, pésant 150. liv. Je conviens cependant avec le P. Gordon & avec M. le Monnier, qu'un conducteur un peu long fait ordinairement mieux qu'une égale quantité de matiere qui seroit ramassée & comme arrondie.

D'une seule pièce, ou de plusieurs mises bout à bout.

Il n'est point absolument nécessaire que le conducteur soit d'une seule piéce ; plusieurs verges de fer mises bout à bout les unes des autres ; une file de Soldats isolés qui se donneroient les mains, conduiroient l'Electricité comme une corde ou un fil

(a) *Voyez* mes Recherches sur les Causes particulieres des Phénomènes Electriques, *quatriéme Discours*, & les Ouvrages qui y sont cités.

de fer d'un seul bout. On peut même interrompre la continuité des parties, par des intervalles de six pouces, d'un pied, & quelquefois encore plus grands, sans que l'Electricité cesse de se porter d'une extrêmité à l'autre du conducteur. M. Dufay, a fait plus ; il a placé entre ses parties séparées, différents corps tant solides que fluides, il y a mis de la flamme ; & la vertu électrique s'est communiquée au travers.

XX. LEÇON.

Cette derniere épreuve semble favoriser l'opinion de MM. Waitz & Jallabert, qui prétendent que la flamme ne détruit point l'Electricité, qu'elle peut même lui servir de véhicule, & faire l'office de conducteur. M. Dutour & moi, avons fait des expériences dont les résultats ne me ramenent point au sentiment de ces deux Auteurs. Je prie le Lecteur qui s'intéressera à cette question, d'examiner les raisons de part & d'autre. (*a*)

Isolement des Conducteurs.

On ne peut prendre trop de précaution pour bien isoler les corps

(*a*) *Recherches* sur les causes particulieres des Phénomènes Electriques, *troisieme Discours*, *pag. 198. & suiv.*

XX. LEÇON.

qu'on veut électriser, parce que la moindre communication avec le plancher, avec les meubles de la chambre ou avec les personnes qui assistent aux expériences, est capable de faire disparoître les effets de la vertu électrique ; cependant je dois dire ici, qu'en certains cas, (qui sont rares à la vérité,) l'Electricité a tant d'énergie, qu'on l'a vu subsister dans des conducteurs qui n'étoient pas isolés de tout point.

De quelle matiere on doit faire les supports pour isoler.

La soye, le soufre, les résines, la cire d'Espagne & celle des abeilles, sont les matieres dont on fait ordinairement les supports de conducteurs ; on y peut joindre le bois bien séché au four, & frit ensuite dans l'huile bouillante ; j'en ai fait des sellettes qui me réussissent assez bien & dont je rends grace au P. Ammersin Minime, Auteur de cette invention.

Quand les corps ne sont pas trop pesants, on les électrise sur des supports de verre, hauts, pour le moins de huit à dix pouces : on feroit mieux de les placer sur un simple carreau de vitre, qui seroit posé lui-même sur quelque matiere électrisable pa-

communication : c'eſt M. Dutour qui a fait le premier cette réfléxion, & qui l'a juſtifiée par de bonnes expériences. (*a*) Celle de Leyde devoit nous éclairer ſur cela : l'eau que contient la bouteille ne s'électriſe jamais auſſi bien que quand cette bouteille eſt mince, & qu'elle eſt placée ſur un ſupport de matiere électriſable par communication, & qui n'eſt point iſolée.

XX. LEÇON.

Comme on eſt dans l'uſage de faire fondre les matieres énoncées ci-deſſus, pour les couler dans des moules & en faire des gâteaux, je dois avertir qu'il faut attendre qu'ils ſoient bien refroidis, & bien repoſés, avant que de s'en ſervir ; j'ai remarqué aſſez conſtamment, que quand ils ſont nouvellement faits, ils ne ſont pas auſſi propres à iſoler les corps, qu'ils ont coutume de l'être au bout de quelques mois.

(*a*) *Mémoires* de Mathématique & de Phyſique, préſentés à l'Académie par des Savants Etrangers, *Tom. II. pag. 516.*

XX. LEÇON.

ARTICLE TROISIEME.

Des Signes par lesquels la vertu électrique se manifeste.

Signes ordinaires de la vertu électrique.

Attirer & repousser des corps légers qui sont à une distance convenable ; faire sentir sur la peau une impression semblable à peu-près à celle du coton bien cardé, ou d'une toile d'araignée, qu'on rencontreroit flottante en l'air ; répandre une odeur qu'on peut comparer à celle du phosphore d'urine ou de l'ail ; lancer des aigrettes d'une matiere enflammée ; étinceller avec éclat ; picquer très-sensiblement le doigt ou toute autre partie du corps qu'on présente de près ; mettre le feu aux liqueurs ou aux vapeurs spiritueuses ; enfin communiquer à d'autres corps la faculté de produire ces mêmes effets pendant un certain tems, voilà les signes les plus ordinaires, d'après lesquels on a coutume de juger si un corps est actuellement électrique ; & sa vertu passe pour être d'autant plus forte que chacun de ces phénomènes se manifeste davantage, ou qu'il a plus

de durée. Tout cela eſt ſuffiſamment prouvé par toutes les expériences du premier & du ſecond article. XX. LEÇON.

En appuyant ſon jugement ſur toutes ces preuves enſemble, on ne riſquera pas de ſe tromper, pourvu que l'on conſidére l'Electricité, comme l'action d'une matiere à qui l'on fait prendre certain mouvement, non-ſeulement dans le corps que l'on frotte, ou ſur lequel on fait agir les inſtruments d'Electricité, mais encore dans ceux qui l'environnent ou qui le touchent. Car ces effets extérieurs étant toujours l'action de la matiere électrique, on ne riſquera rien de conclure que cette vertu eſt plus ou moins forte, quand on verra augmenter ou diminuer cette action même dans laquelle on la fait conſiſter.

Mais ſi l'on regarde le corps frotté ou le conducteur iſolé, comme l'unique agent des effets extérieurs, en vertu d'un certain état qu'on lui a fait prendre, & d'une matiere qu'il anime, ou qu'il tranſmet; & ſi, pour décider du dégré de vertu qui appartient à ce corps, on ſe permet de

Equivoques dans bien des cas

XX. LEÇON.

consulter, à son choix, quelqu'un des signes dont j'ai fait mention, en excluant les autres, je vois qu'il y aura bien des cas, où l'on pourra porter un faux jugement; car je crois avoir bien prouvé, il y a plus de quinze ans, (*a*) que tous ces phénomènes que l'on prend communément comme les marques d'une Electricité plus ou moins forte, peuvent s'augmenter ou s'affoiblir, quoique le globe & le conducteur isolé persévérent toujours dans le même état, ou du moins sans qu'on ait des raisons suffisantes pour croire qu'ils en ayent changé: j'ai fait plus, j'ai prouvé la proposition suivante.

(*a*) *Mémoires* de l'Académie des Sciences 1747. *pag.* 103. *& suiv. Recherches* sur les Causes particulieres des Phénomènes électriques, *deuxiéme Discours.*

PROPOSITION.

XX. LEÇON.

Un corps que l'on n'a nullement intention d'électriser, & que l'on regarde communément comme ne l'étant pas, fait quelquefois d'une maniere très-marquée, tout ce qui annonce une forte Electricité, attractions, répulsions, attouchement d'émanations invisibles, aigrettes lumineuses, étincelles, picqûres, inflammations, &c.

Je vais rapporter ici quelques-unes des expériences qui m'ont servi à prouver cette espêce de paradoxe.

I. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Si l'on électrise un grand plat rempli d'eau, dans lequel on ait mis flotter des petites boules de liége ou de verre soufflé;

EFFETS.

Tous ces petits corps électrisés par communication, sont attirés sensiblement par tout ce qui n'est point électrique, comme on sait qu'ils le feroient par un corps électrisé, s'ils ne l'étoient pas eux-mêmes.

XX. LEÇON.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Laissez tomber sur un tube électrisé, une petite feuille de métal ; attendez un instant que la répulsion électrique l'en ait séparée, & entretenez-la flottante en l'air, en tenant le tube au-dessous d'elle.

EFFETS.

Si vous présentez le bout de votre doigt à ce petit corps ainsi suspendu en l'air, vous pourrez remarquer que non-seulement il se jette avec précipitation sur le doigt non électrique qu'on lui présente, mais aussi qu'il réjaillit immédiatement après de la même maniere, (quoique moins fortement,) qu'il est repoussé par le tube qui l'a électrisé : ce dernier effet est plus sensible, si au lieu de votre doigt, vous présentez à la petite feuille un écu ou quelqu'autre morceau de métal au bout d'un bâton de cire d'Espagne.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Que l'on suspende avec un fil de soye

soye, une grosse aiguille à coudre, entre deux timbres de métal, dont l'un soit électrisé par communication & l'autre non isolé.

XX. LEÇON.

EFFETS.

On verra l'éguille aller perpétuellement de l'un à l'autre timbre, comme si elle étoit également attirée & repoussée par les deux ; de sorte que si l'on ne le sait pas d'ailleurs, on aura peine à deviner par la seule inspection, lequel des deux reçoit l'Electricité du globe.

REFLEXIONS.

Ces expériences & une infinité d'autres que je ne puis rapporter ici, prouvent donc qu'un corps, sans être directement électrisé, peut attirer & repousser les corps légers qu'on lui présente ; & que ces mouvements alternatifs, qui sont de véritables signes d'Electricité, peuvent se montrer d'une maniere équivoque, & ne nous pas désigner à coup sûr le corps à qui la vertu électrique est communiquée immédiatement. On me dira

XX. LEÇON.

peut-être, que la prétenduë attraction du timbre non isolé sur l'éguille, celle du doigt sur les boules flottantes, ou sur la petite feuille de métal suspenduë en l'air, ne sont que des apparences trompeuses, & que la vertu qui produit ces mouvements, réside en réalité dans le petit corps qui se porte vers le doigt ou vers le timbre non électrique : semblable en cela à un petit aimant suspendu au bout d'un fil, lequel se précipite sur une enclume, parce que cette grande masse de fer ne peut venir à lui.

Hé bien quand cela seroit ; quand je devrois considérer & le Magnétisme & l'Electricité comme deux vertus uniquement résidentes dans les sujets qu'elles qualifient, c'est à-dire, la premiere dans la pierre d'aimant & dans le fer aimanté, & la seconde dans le corps frotté ou dans le conducteur isolé sur lequel on fait agir le globe ; tout ce qui pourroit résulter de cette considération, qui ne convient guéres à la Physique d'aujourdhui, c'est que les attractions & les répulsions, tant magnétiques qu'électriques, peuvent

nous tromper dans bien des occasions où il s'agit de décider entre deux corps, lequel posséde réellement en soi la vertu qu'elles annoncent; & c'est précisément ce que j'ai entrepris de prouver.

Mais je prétends faire plus; après avoir montré précédemment que l'Electricité n'est autre chose qu'une certaine matiere en mouvement, & en continuant de considérer ses phénomènes comme les effets d'une cause vraiement méchanique, je me flatte de prouver solidement, tant par les expériences que je viens de citer, que par celles qui vont suivre, je me flatte, dis-je, de prouver que les corps non isolés qui sont exposés à l'action des corps électrisés, ne sont pas des êtres purement passifs vis-à-vis d'eux, mais qu'ils contribuent réellement & d'une maniere efficiente à toutes les apparences extérieures qui annoncent la vertu électrique.

IV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

J'électrise fortement par le moyen

XX. LEÇON.

d'un globe de verre, une personne qui se tient debout sur un gâteau de résine : en continuant de l'électriser ainsi, je lui fais étendre la main qui ne touche point le globe, dans une situation verticale ; une autre personne qui n'est point isolée de même, mais simplement debout sur le plancher étendant le bras horizontalement, présente un doigt vis-à-vis cette main à une distance de 7. à 8. pouces. Voyez *la Figure* 5.

EFFETS.

1°. Il sort de ce doigt non isolé une matiere invisible qui fait contre la main électrisée un souffle très-sensible, & tout-à-fait semblable à celui qu'on a coutume de sentir au-delà des aigrettes lumineuses d'une barre de fer qu'on électrise.

2°. Si l'on approche le doigt plus près de cette main électrisée comme à la distance de trois pouces ou un peu moins, cette matiere invisible qui ne faisoit qu'un souffle, s'enflamme alors avec une sorte de bruissement, & se fait appercevoir sous la forme d'une belle aigrette *B*, qui

ne différe point de celles qu'on voit briller au bout de la barre de fer qu'on électrise, si ce n'est qu'elle souffre ordinairement quelques intermittences, & que ses éruptions sont accompagnées d'un plus grand bruit.

3°. En approchant le doigt encore plus près de la main électrisée, on voit l'aigrette lumineuse dont je viens de parler, se resserrer & former un trait de feu fort vif *C*, qui éclate avec bruit & avec douleur de part & d'autre, comme il arrive en toute autre occasion, quand on s'approche pour toucher un corps fortement électrisé.

4°. Si la personne qui est sur le gâteau de résine, & que l'on continuë d'électriser, tient en sa main une cuiller de métal pleine d'esprit-de-vin un peu chauffé sur des charbons ardents, l'autre personne qui n'est point isolée y met le feu avec le bout de son doigt *D*, en le portant un peu brusquement à quelques lignes de distance au-dessus de la liqueur.

5°. L'aigrette de matiere enflammée, & le souffle dont nous avons fait mention dans les deux premiers

XX. LEÇON.

résultats, font sentir l'odeur de phosphore ou d'ail absolument de la même maniere que les extrêmités d'un corps qu'on électrise pendant un certain tems par communication. Et l'on observe tous ces mêmes effets, si, au lieu du doigt, on présente le bout d'une verge de fer ou de quelqu'autre métal, à la main, au visage, & quelquefois aussi à tout autre endroit du corps de la personne qu'on électrise malgré l'interposition des habits.

On reconnoît donc par le détail de cette expérience, qu'il est des cas où l'on voit faire à un corps qui est considéré comme non électrique tous les effets que l'on prend communément pour les signes les plus certains d'une Electricité bien décidée; de sorte qu'en pareille occasion si l'on appercevoit ces phénomènes par une porte ou par une fenêtre entr'ouverte, qui empêchât de découvrir l'appareil, & qui ne laissât voir que les effets, il seroit bien difficile, je pourrois dire impossible, de décider à coup sûr quel seroit celui des deux corps sur lequel agiroit in

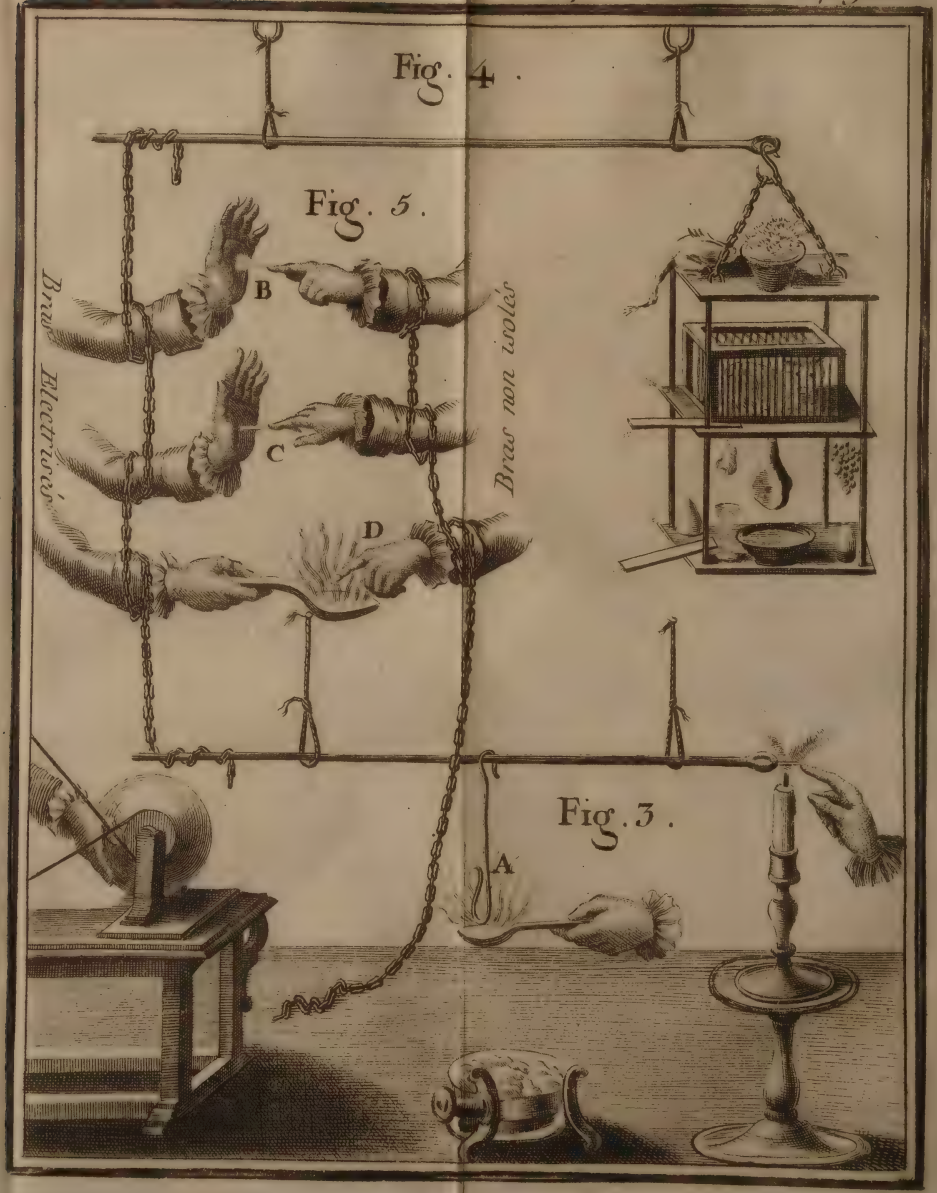


Fig. 4.
Fig. 5.
B
C
D
Bras Electrisés
Bras non isolés
Fig. 3.
A

médiatement le globe, & que l'on devroit regarder comme poſſédant en ſoi la vertu électrique, en ſuppoſant qu'on ne la dût reconnoître que dans l'un des deux ſeulement. Faiſons voir maintenant que chacun de ces effets peut augmenter ou diminuer par certaines circonſtances, & ſans qu'on ait lieu de croire que le globe ni le conducteur ait changé d'état.

V. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Electriſez un homme qui ait les deux mains libres, comme dans la *Fig. 6.*; qu'il en tienne une étenduë au-deſſus d'une platine de fer blanc *A*, ſur laquelle on ait répandu des fragments très-menus de ces feuilles de cuivre dont les Verniſſeurs ſe ſervent pour enjoliver leurs ouvrages, & que cela lui ſoit préſenté par un autre homme non iſolé; qu'il porte pareillement ſon autre main au-deſſus d'un gâteau de réſine *B*, ou d'un pain de cire bien uni ſur lequel on ait répandu pareille quantité de ces mêmes fragments.

XX. LEÇON.

EFFETS.

Quelque soin que l'on ait pris pour rendre ces petites feuilles de métal également légeres de part & d'autre, & quelque attention que l'on ait de tenir celles-ci & celles-là à égales distances des deux mains électrisées, on remarquera constamment que celles qui sont posées sur le fer blanc, sont attirées & repoussées bien plus vivement que les autres; & que si on les tient à des distances inégales, ce sont les premieres qui sont attirées de plus loin.

On ne peut pas dire raisonnablement que l'une des deux mains de la même personne reçoive du globe plus d'Electricité que l'autre: au reste il seroit aisé de prouver que cela n'est pas, en faisant changer de place au gâteau de cire, & à la feuille de fer blanc: il est visible que la différence des effets vient uniquement de celle des supports, sur lesquels on a mis les petites feuilles de métal; & nous en dirons la raison dans un autre endroit.

V

VI. EXPERIENCE.

XX. LEÇON.

PREPARATION.

Que l'on ſuſpende ſur la même ligne, & avec des fils de même longueur, 1°. une feuille de cuivre battu *C* (*fig.* 7.) qui ait environ deux pouces de diamétre; 2°. à quinze pouces de diſtance ſur la même ligne, un fragment d'une pareille feuille *E*, mais qui n'ait tout au plus qu'un demi-pouce de largeur; 3°. enfin une lame extrêmement mince de cire blanche *D*, de la même grandeur, & de la même figure que la plus grande des deux feuilles de métal. Qu'on préſente enſuite vis-à-vis de ces trois corps, & parallélement à la ligne dans laquelle ſont leurs centres, un tube de verre bien électriſé, comme on voit par la *Figure* 7.

EFFETS.

On verra preſque toujours la grande feuille de métal *C* ne faire qu'un petit mouvement vers le tube, tandis que la cire *D* paroît conſtamment attirée, & d'une maniére très-ſenſible; on remarquera auſſi que le

XX. LEÇON.

mouvement de la plus petite feuille de métal *E*, tant pour être attirée que pour être repoussée, sera bien plus vif que celui des deux autres corps.

Le même tube paroît donc plus électrique, si l'on en juge par les mouvements de la cire, que si l'on s'en rapporte à ceux qu'il imprime à la grande feuille de métal; & les deux feuilles de cuivre qui ne diffèrent entr'elles que par la grandeur, indiquent encore des dégrés d'Electricité fort différens.

VII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Electrisez un tube de verre ou un globe, & communiquez avec l'un ou avec l'autre la vertu électrique à une barre de fer, ou à un tuyau de ferblanc isolé; comparez entr'elles les impressions que pourront faire sur la peau de votre visage les émanations invisibles de ces différens corps électrisés, pour savoir quelles sont les plus fortes, ou celles qui se font sentir à une plus grande distance.

EFFETS.

XX. LEÇON.

Il eſt certain qu'en faiſant cette comparaiſon de la maniére que je viens d'indiquer, vous trouverez les écoulemens qui viennent du verre frotté, plus ſenſibles, & agiſſant de plus loin que ceux du conducteur iſolé.

Cependant vous pourrez obſerver en même tems que tous les autres ſignes d'Electricité ſont communément plus forts de la part du conducteur, que de la part du globe ou du tube; les aigrettes & les étincelles qui ſortent du verre, ne ſont pas comparables pour la grandeur, ni pour la force, à celles que donne la barre de fer iſolée; & ſi l'on veut produire de grands effets, c'eſt par l'Electricité communiquée qu'on y parvient, plûtôt que par celle qu'on excite en frottant.

Les émanations électriques qui ſe font ſentir par leur choc contre la peau ou par leur odeur, & qui ſont aſſurément des ſignes d'Electricité bien certains, ne peuvent donc ſervir à déterminer ſon dégré de force,

XX. LEÇON.

si les corps électrisés, que l'on compare entr'eux, ont acquis leur vertu par différens moyens, puisque ces effets, comme on vient de le voir, sont communément plus ou moins sensibles, selon la maniére dont un corps a acquis son Electricité, par frottement ou par communication. On verra même par des observations que je rapporterai ci-après, que ces émanations venant du même corps, peuvent se faire sentir plus ou moins fortement dans certaines circonstances qui ne changent rien à l'état du corps électrisé, mais seulement à celui de l'Observateur qui les éprouve.

VIII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Electrisez un conducteur qui soit un tuyau de fer blanc de deux pouces de diamétre ou environ, sur 5. à 6. pieds de longueur, & ouvert de part & d'autre. Observez d'abord tous les signes d'Electricité qu'il donnera dans cet état; ensuite bouchez le bout qui est le plus reculé du

globe, avec une piéce de métal solide, qui soit terminée en pointe courte & fort mousse, bien arrondie, & sans aucun angle.

EFFETS.

Vous remarquerez infailliblement en multipliant les épreuves, que tous les autres signes d'Electricité subsistant à peu-près les mêmes dans les deux cas, les aigrettes qui paroissent au bout du conducteur dans le premier, sont très-différentes de celles qu'on voit dans le second ; celles-ci fort grosses, & fournies de rayons très-denses, s'élancent avec bruit, & par intervalles ; celles-là plus continuës, ressemblent à une frange de lumiére, plus rare, & d'un feu plus léger ; de sorte que si l'on n'avoit égard qu'aux aigrettes, on croiroit volontiers que la vertu électrique du conducteur est d'abord foible, & ensuite beaucoup plus forte.

Dans les intervalles de tems où les aigrettes ne paroissent pas au bout de la grosse pointe, ou bien dans des circonstances défavorables à la vertu électrique, si les aigrettes ne

XX. LEÇON.

paroissoient point du tout, on les fera naître en approchant le plat de la main de l'endroit où on les attend.

Ce dernier résultat prouve encore que la proximité de certains corps peut faire paroître des aigrettes où il n'y en auroit pas, ou augmenter la grandeur & la force de celles qui seroient foibles, & le tout, sans que les autres signes annoncent ni plus ni moins d'Electricité dans le conducteur ou dans le globe.

Et comme les étincelles sont formées par des aigrettes dont les rayons se condensent, & se réuniſſent en un seul trait de feu, on doit s'attendre que les mêmes causes qui augmentent celles-ci, rendront aussi celles-là plus fortes & plus apparentes.

Quant à la douleur plus ou moins grande que les étincelles font sentir, c'est encore une occasion d'erreur pour quiconque ne voudra consulter que ce signe d'Electricité; outre qu'il y a des personnes moins propres que d'autres à exciter ces feux, il peut arriver que la même, & avec le même doigt, les ressente plus ou moins, parce qu'elle les aura reçus à quel-

que endroit de la peau plus ou moins sensible.

REFLEXIONS.

Par les quatre premiéres expériences de cet article, on voit que le corps non électrisé, ou réputé tel, produit vis-à-vis de celui qu'on électrise tous les signes ordinaires d'Electricité : on voit par les quatre derniers que tous ces phénomènes, lors même qu'ils sont produits par un corps électrisé, sont sujets à des variations considérables, occasionnées par des causes étrangéres : faut-il conclure de-là que nous ne pouvons porter aucun jugement certain sur le sujet où réside véritablement l'Electricité, ni sur les différens dégrés de force que cette vertu peut avoir ? Ce seroit prendre un parti outré : je pense que nous ferons plus sagement, en réformant nos idées, si l'expérience nous y contraint, & en profitant des leçons qu'elle nous donne ; pour ne point attribuer à la cause principale ce qui n'est dû qu'aux circonstances.

Nous nous sommes accoutumés à

XX. LEÇON.

croire & à dire qu'un corps ne peut s'électriser qu'autant qu'il est isolé : en prenant cette régle au pied de la lettre, nous nous sommes accordés à nommer *non électrisé* ou *non électrique*, celui qui n'est point isolé, & sur lequel on ne fait point agir immédiatement le globe ou le tube de verre. Mais devons-nous maintenant appeller de ce nom, d'une maniére absoluë & sans correctif, un corps à qui nous voyons faire presque tout ce qui annonce l'Electricité d'un conducteur isolé ? L'homme de la quatriéme expérience qui est debout sur le plancher, est-il dans son état naturel quand il sort du bout de son doigt un souffle très-sensible, des aigrettes lumineuses, des étincelles qui éclatent avec bruit & avec douleur, &c? Peut-on dire que le sujet de ces phénomènes, universellement reconnus pour être des signes d'Electricité, ne soit point affecté de cette vertu ?

Mais cet homme, me dira-t'on, ne produit ces effets que par le bout de son doigt, bien différent en cela des conducteurs isolés, dont l'Electricité se manifeste de toutes parts.

XX. LEÇON.

Je conviens de cette différence ; j'avouë que l'homme dont il s'agit, n'eſt point électrique au point d'en donner des marques par toutes les parties de ſon corps ; mais pour être électrique & pour en porter le nom, faut il qu'il reſſemble de tout point à un conducteur iſolé : ſi cela étoit, on ne pourroit pas dire qu'on ſe fait électriſer quand on fait ſur ſoi-même l'expérience de Leyde ; car celui qui reſſent la commotion, n'eſt point électrique à la maniére d'un conducteur iſolé.

Et d'ailleurs qui nous aſſurera que cet homme, qui ne montre des ſignes d'Electricité qu'au bout de ſon doigt, n'en donneroit point par toutes les autres parties de ſa perſonne, s'il étoit vis-à-vis d'un corps beaucoup plus électrique que ne le ſont nos conducteurs iſolés dans les cas ordinaires ?

Pour moi, il me ſemble qu'on doit nommer *électrique*, ou regarder comme *électriſé*, tout corps en qui la matiére électrique produit quelque effet extraordinaire, tout corps qui devient le ſujet de quelque phénomène d'Electricité, ſauf à déclarer de quelle

XX. LEÇON.

maniére il a acquis cette qualité, & en quoi son état differe de celui d'un autre corps autrement affecté de la même vertu.

Deux sortes de Conducteurs; les uns isolés, les autres non isolés.

Sur ce pied-là je distingue deux sortes de conducteurs, les uns isolés qui manifestent leur Electricité par toutes les parties de leur surface; les autres non isolés qui ne montrent la leur que par l'endroit le plus voisin d'un corps électrisé par frottement ou par communication; & je ferai voir dans la IIIe. Section que la matiére électrique se meut essentiellement de la même maniére dans les uns comme dans les autres.

Carrillon électrique; application qu'on en peut faire.

L'Eguille suspenduë entre les deux timbres de la troisiéme expérience, produit un petit carrillon qui dure autant de tems que l'électrisation par laquelle elle est mise en jeu: il est aisé de voir, qu'en multipliant les timbres & en variant à propos leurs dimensions, un curieux qui prendra goût à cet amusement en pourra faire resonner un grand nombre avec le même globe, plusieurs à la fois, si cela entre dans ses vuës, ou les uns après les autres

en interrompant par des attouchemens bien menagés, l'Electricité de ceux qu'il voudra tenir en silence. En voilà assez, je pense, pour faire connoître tout le secret de cette jolie invention, & pour mettre sur la voye de l'exécution : au reste, on en a fait un Livre *(a)* que l'on pourra consulter, si l'on veut de plus amples instructions.

XX. LEÇON.

On fera du carrillon électrique une application plus sérieuse, & peut-être plus utile; si l'on met l'appareil des timbres à portée de recevoir l'Electricité naturelle, je veux dire, celle qui régne quelquefois dans notre atmosphère, sur-tout aux approches des orages accompagnés de tonnerre; car la nuit comme le jour on en fera averti par ces sons; & leur fréquence plus ou moins grande, indiquera encore si cette Electricité est plus ou moins forte, plus ou moins dangéreuse. Voyez ma septiéme Lettre sur l'Electricité, *Tom. I. pag. 163. & suiv.*

Il seroit bien à souhaiter que nous Electromètres.

(*a*) Le Clavecin électrique, chez Guerin & Delatour, ruë S. Jacques.

XX. LEÇON.

eussions quelqu'instrument propre ; non seulement à nous indiquer si un corps est électrique, mais de combien il l'est plus qu'un autre, ou plus qu'il ne l'a été lui-même dans un autre tems, ou dans des circonstances différentes : ce seroit-là véritablement l'*Electromètre* que nous cherchons depuis long-tems, que quelques-uns se sont flatté d'avoir trouvé, mais que personne ne possede, pour dire les choses comme elles sont. Tout ce qu'on nous a offert, pour mesurer l'Electricité, ne vaut pas mieux que les deux bouts de fil qu'on laisse pendre à côté l'un de l'autre au corps qu'on électrise, & qui deviennent divergents entr'eux en devenant électriques avec le corps auquel ils tiennent ; l'angle plus ou moins ouvert, qu'ils forment en s'écartant l'un de l'autre, nous dit à peu-près ce que nous devons penser de leurs dégrés d'Electricité comparés entr'eux, mais il nous laisse ignorer quelle est leur Electricité absoluë.

Il y a plus ; c'est que si le conducteur est un assemblage de différents corps plus électrisables les uns

XX. LEÇON.

que les autres, ces deux fils pendants, nous feront bien remarquer qu'il y dans l'un plus d'Electricité que dans un autre ; mais par cela même que les différentes parties du conducteur ſont ſuſceptibles de différents dégrés de vertu, l'état de l'une ou de l'autre fût-il bien connu, nous laiſſera toujours très-incertains du dégré d'Electricité qui appartient au globe d'où procéde cette vertu.

Choix des ſupports pour iſoler.

LA cinquiéme expérience nous apprend combien le choix des ſupports eſt important, quand il s'agit d'apprécier l'action des corps électriſés ſur les autres corps qu'on leur préſente ; elle paroît d'autant plus forte que ces ſupports ſont plus propres à s'électriſer par communication. Cependant M. Dufay préféroit les appuis de verre ou de cire d'Eſpagne, pour poſer les corps legers qu'il vouloit attirer ; mais il prenoit la précaution de les chauffer auparavant ; & j'ai obſervé que ces matiéres, quand elles ont été préſentées au feu, quoiqu'elles ne ſoient pas de la nature des conducteurs, ne laiſſent pas d'avoir avec eux quel-

que chose de commun, que j'expliquerai par la suite.

XX. LEÇON. Certains corps plus attirés & repoussés que d'autres.

Les corps électrisés attirent généralement toutes sortes de corps assez légers ou assez libres pour obéir à la matiere invisible qu'il met en jeu; mais il enleve plus facilement les uns que les autres; il est certain qu'à volumes & poids égaux, une feuille de cuivre battu est attirée, & repoussée plus vivement & de plus loin qu'un morceau de papier; un ruban mouillé, mieux que le même ruban sec, quoique celui-ci soit plus léger, &c. Cela ne tient point à la couleur, comme on l'avoit soupçonné, on s'en est assuré par des expériences décisives; il y a tout lieu de croire qu'il faut s'en prendre à la densité, qui étant plus grande dans le métal & dans le ruban mouillé, &c. met ce corps plus en prise à la cause impulsive qui les porte vers le corps électrisé, ou qui les en éloigne. La grandeur, la figure, le sens dans lequel le corps attirable se présente font encore des choses qui doivent entrer en considération; mais ce que j'ai à dire sur cela, s'entendra mieux

quand j'aurai fait connoître la cause premiere des attractions & des répulsions.

Tous les signes d'Electricité, dont j'ai fait mention dans cet article, subsistent autant de tems que l'on fait durer l'électrisation du conducteur isolé; mais dès que l'on cesse de frotter le verre de qui il tient sa vertu, les émanations sensibles, les aigrettes lumineuses, l'odeur de phosphore s'évanouissent presque toujours, & il ne reste que les attractions, les répulsions & les étincelles; & ces derniers signes ont coûtume de durer plus long-tems quand le conducteur a beaucoup de masse & de surface, que quand il est menu, toutes choses égales d'ailleurs: j'ai vû souvent des barres de fer pesant 60. ou 80. livres, attirer & étinceller plus de six heures après avoir été électrisées, parce qu'elles étoient demeurées isolées, & que rien n'y avoit touché.

Durée de la vertu électrique dans les conducteurs.

Les conducteurs qui gardent plus long-tems leur vertu électrique, la perdent aussi plus difficilement, quand on veut la leur ôter par des

X X.
LEÇON.

attouchemens ; ceux dont je viens de faire mention produisent ordinairement plusieurs étincelles avant que d'être entiérement délélectrisés ; il n'en faut le plus souvent qu'une pour avoir cet effet sur les autres : on a vû des hommes électrisés dans des circonstances favorables, mettre pied à terre, faire plusieurs pas, remonter sur leur gâteau de résine, & paroître encore sensiblement électriques. Mais il faut convenir que cela est extraordinaire.

Le verre, comme nous l'avons dit, s'électrise difficilement par communication ; mais quand on est parvenu à l'électriser de cette maniere, on en obtient des effets dont les autres conducteurs ne sont pas capables, & que j'aurai soin de faire connoître : il garde aussi son Electricité plus long-tems qu'aucune autre matiere que l'on connoisse ; soit qu'il l'ait acquise par frottement, soit par communication : souvent il en donne encore des marques très sensibles au bout de 30. ou 36 heures.

Le verre électrisé de l'une ou de l'autre

l'autre maniere perd bien plus difficilement son Electricité que les conducteurs communs ; je ne parle pas seulement de la durée, mais de la ténacité, pour ainsi dire, avec laquelle la vertu électrique paroît résider en lui : tirez une étincelle d'un homme électrisé, ou touchez seulement son habit avec le bout de votre doigt, en voilà assez pour lui enlever le pouvoir de donner aucun signe d'Electricité; & si vous touchez pareillement un tube de verre nouvellement frotté, à peine déselectriserez-vous l'endroit qui aura éprouvé cet attouchement; & si vous posez ces instrumens sur des corps électrisables & non isolés, une heure ou deux après, vous pourrez les trouver encore en état d'attirer & de repousser très-sensiblement.

XX. LEÇON.

Durée de la vertu électrique dans le verre.

Le globe ou le tube de verre, quand on a cessé de le frotter, continuë de lancer des émanations invisibles, d'attirer & de repousser, d'étinceller vis-à-vis les corps qu'on lui présente, s'ils sont de nature à faire des conducteurs, de faire sentir l'odeur de phosphore ; mais il est rare qu'il

donne des aigrettes lumineuses ; & les étincelles qu'il produit dans les cas ordinaires, sont plus foibles & éclatent moins que celles qu'on excite autour d'un corps électrisé par communication.

XX. LEÇON.

Signes d'Electricité dans le vuide.

QUAND l'Electricité se porte dans le vuide, elle se manifeste, comme dans le plein air, par des attractions & par des répulsions, à quelque différence près dont nous ferons mention dans la suite ; mais les feux qu'elle produit alors, différent beaucoup des aigrettes & des étincelles ordinaires : les premieres n'ont point leurs rayons aussi distincts ni aussi divergents ; leur feu est plus serré, & devient, dans certaines occasions, si diffus, qu'il remplit tout le récipient d'une lumiere à peu-près uniforme ; les dernieres, quand elles ont lieu, sont comme foudroyantes, & vont assez souvent jusqu'à casser le vaisseau dans lequel elles éclatent.

L'Electricité communiquée ne differe point essentiellement de celle qu'on excite par le frottement.

ON voit par ces dernieres observations que l'Electricité est essentiellement la même, soit qu'on l'excite par frottement, soit qu'elle soit communiquée, puisque dans l'un & dan

l'autre cas, elle s'annonce par des signes de la même nature, & qui ne différent que par des plus ou par des moins.

XX. LEÇON.

On doit remarquer aussi que tous ces effets que nous prenons pour des signes d'Electricité, sont toujours essentiellement les mêmes de la part des corps frottés, comme de la part des conducteurs proprement dits; cependant c'est par le moyen de ceux-ci qu'on doit agir, quand on cherche à produire les plus grands phénomènes : un tube ou un globe de verre, si bien frotté qu'il soit, ne fera jamais lui-même ce qu'il fait faire à une barre de fer isolée ou à un homme placé sur un gâteau de cire.

XX. LEÇON.

II. SECTION.

Dans laquelle on expose ce que l'expérience a fait connoître de plus certain, & de plus propre à nous éclairer sur la cause générale des Phénomènes électriques.

JE ne cherche pas seulement à rendre raison de tel ou tel fait en particulier : plusieurs des phénomènes électriques s'expliquent visiblement l'un par l'autre : l'Electricité, par exemple, se porte à 1200. pieds de distance par une corde de chanvre ; tandis qu'elle s'étend à peine à quelques pieds par une corde de soye : cette différence vient, comme on sait, de ce que les corps les moins électriques par eux-mêmes sont les plus propres à le devenir par communication ; & réciproquement. Une feuille de métal qui a touché un tube de verre nouvellement frotté, s'en éloigne ensuite constamment : on sait que cela se fait ainsi, parce que

généralement tout corps électrisé par voye de communication, s'écarte, autant qu'il peut, de celui qui l'a mis en cet état, &c. Mais ces causes prochaines sont elles-mêmes les effets de quelque autre cause plus reculée & plus générale; l'électricité qui se manifeste par tant de phénomènes différens, doit venir primitivement de quelque principe unique, d'un méchanisme peut-être fort simple, que la nature dérobe à nos yeux, dont les effets se multiplient & varient sans cesse par des combinaisons de circonstances dont nous avons peine à démêler & à prévoir les suites.

C'est ce méchanisme secret qui pique depuis long-tems notre curiosité, que je me propose de dévoiler ici: plus j'ai desiré de le connoître, plus j'ai résolu de ne le point deviner au hazard; je me suis défié de l'imagination toujours trop prompte à former des systêmes. Si j'ai laissé agir la mienne, ce n'a été que sur la liaison & les rapports que les faits pouvoient avoir entr'eux; si j'ai essayé de deviner ce que je ne voyois pas, j'ai toujours

XX. LEÇON.

eu soin que mes conjectures fussent fondées sur ce que j'avois vu.

Je ne proposerai rien que je ne cite les faits qui m'ont instruit, afin qu'on puisse juger si c'est à tort ou avec raison que je me suis déterminé à croire ce que j'avance.

PREMIERE PROPOSITION.

Cette matiére subtile qui se meut autour & au-dedans des corps électrisés, & que nous nommons MATIERE ELECTRIQUE, *n'a point un mouvement circulaire ou en forme de tourbillon, comme quelques Auteurs l'avoient pensé; mais il paroît qu'elle s'élance en ligne droite, & qu'elle conserve cette direction autant qu'elle peut.*

IL y a des cas où la matiere électrique se montre à nos yeux sous la forme d'un fluide lumineux; & alors rien ne nous empêche de reconnoître comment elle affecte de se mouvoir : mais dans bien d'autres occasions elle demeure invisible; & quoique, par ses rayons apparens, elle nous indique d'une maniere assez

sûre la direction qu'elle suit lorsque nous ne la voyons plus ; cependant pour ne laisser sur cela aucune incertitude ni aucun doute, nous porterons nos recherches sur les émanations invisibles comme sur les autres, & nous prouverons que ni celles-ci ni celles-là ne circulent autour du corps qu'on électrise.

XX. LEÇON

Il faut, avant toutes choses, que l'on convienne avec moi de cette regle reçuë de tous ceux qui se mêlent de Physique expérimentale, savoir, qu'un corps qui est choqué directement par un autre corps, au point d'en être déplacé, se meut dans la direction de celui qui l'a choqué ; d'où il suit nécessairement qu'on peut juger en toute sûreté du mouvement d'un corps qu'on ne voit pas, par la route qu'il fait prendre à celui qui est apparent : &, en effet, comment jugeons-nous de la direction du vent, si ce n'est par le mouvement des girouettes qu'il dirige, par celui des corps légers qu'il entraîne ? Les courans de matiere magnétique, leur existance supposée, ne sont ils point admis par tous les Physiciens, com-

Principe de Méchanique.

XX. LEÇON.

me des causes dont on peut faire usage pour expliquer la direction des aimants ?

Quand la matiére électrique sera visible, nous jugerons donc de ses mouvemens par l'inspection de ses rayons ; mais quand elle échappera à notre vûë, nous aurons recours à nos autres sens, ou nous aurons égard à la maniére dont son action se fera sentir sur les autres corps. Je viens aux preuves de notre premiere proposition.

I. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Répandez sur une table de bois, ou encore mieux sur une feuille de fer blanc, bien unie & bien séche, des corps légers de toutes espéces, les uns plus petits que les autres, & présentez au-dessus un tube de verre bien électrisé, vous remarquerez ce qui suit.

EFFETS.

1°. Les plus petits corps, sur-tout ceux qui sont minces & tranchans comme

comme des fragments de feuilles d'or ou de cuivre, s'élancent soit de la table au tube, soit du tube vers la table, presque toujours en ligne droite. XX. LEÇON.

2°. Ceux qui ont un peu plus de volume ou qui sont d'une figure plus arrondie, comme les boulettes de cotton, les duvets de plume, &c., souffrent le plus souvent quelques détours; mais ces détours sont irréguliers, tantôt à droite tantôt à gauche, & n'annoncent point du tout l'impulsion d'un fluide qui circule.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Tenez d'une main un tube fortement électrisé, &, avec l'autre main, présentez-lui un fil de soye ou de lin que vous tiendrez seulement par un bout.

EFFETS.

De quelque façon que vous teniez ce fil, vous observerez qu'il se dirigera toujours dans une ligne droite qui tend au tube, *F* (*fig.* 7.)

XX. LEÇON.

Cette expérience se fait encore mieux, quand on présente le fil, ou un ruban, à une barre de fer que l'on électrise par le moyen d'un globe de verre.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Sous une barre de fer suspenduë horizontalement & que l'on continuë d'électriser, présentez une feuille d'or ou de cuivre qui ait environ un pouce & demi en quarré, présentez-la par son tranchant, en la tenant sur une assiette de métal, ou sur une feuille de fer blanc, ou bien sur un carton mince sous lequel vous tiendrez le doigt ou la main, *G* (*Fig.* 8.)

EFFETS.

Vous verrez cette feuille de métal aller & venir entre son support & la barre de fer; & avec un peu d'attention & d'habitude, vous parviendrez à la faire demeurer suspenduë à quelques pouces au-dessous de la barre de fer; alors elle n'aura d'autre mouvement que celui de se promener,

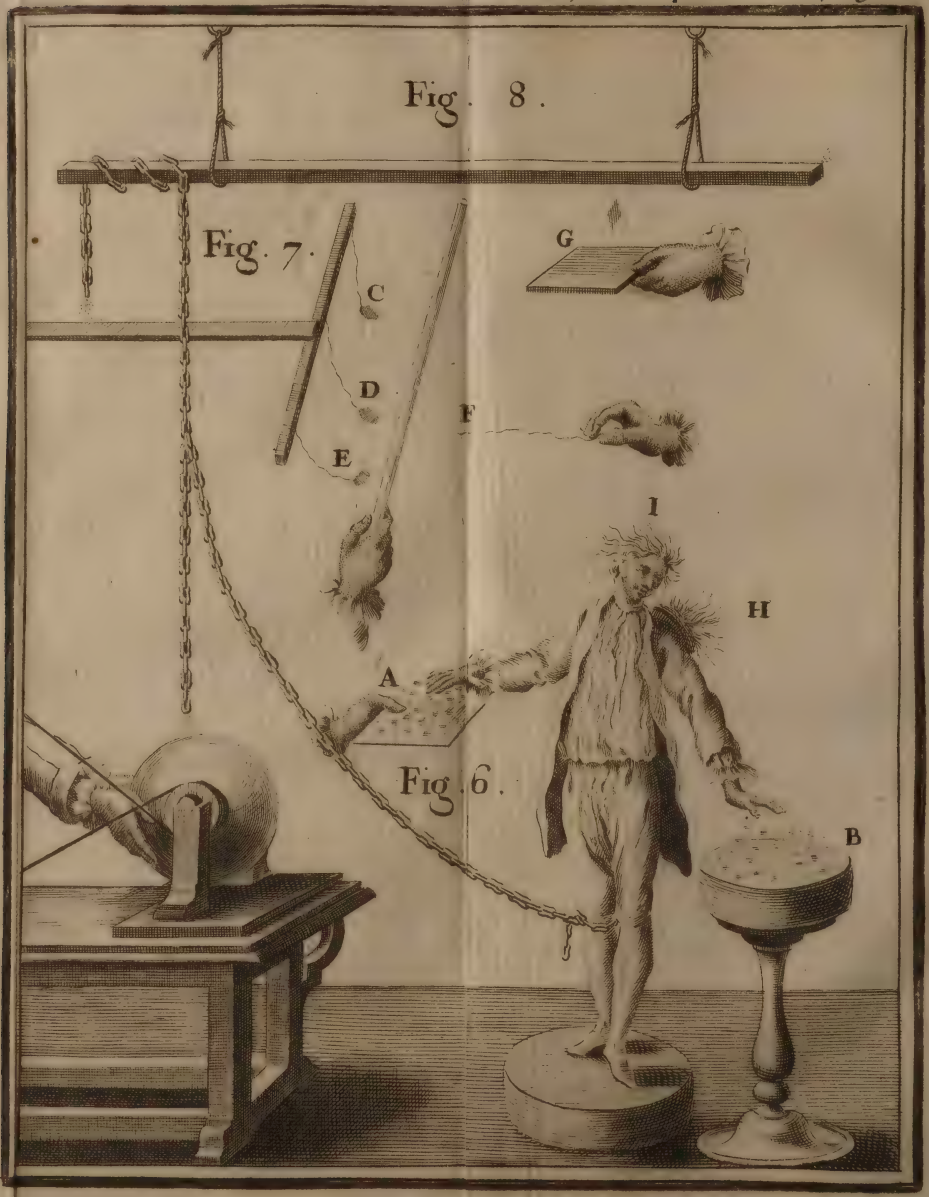


Fig. 8.
Fig. 7.
G
C
D
F
E
I
H
A
Fig. 6.
B

comme en sautant le long de la barre électrisée.

XX. LEÇON.

OBSERVATIONS.

A juger des mouvemens de la matiere électrique par ceux qu'elle imprime, & par ses effets les plus constants & les plus réglés, il paroît donc qu'elle ne circule point, & que l'atmosphère qu'elle forme autour du corps électrisé, n'est point un tourbillon proprement dit.

Quand je dis que la matiere électrique se meut en ligne droite, cela doit s'entendre de ses mouvements libres, sans obstacles, & hors des circonstances qui peuvent les déterminer d'un côté plus que de l'autre : c'est pourquoi, dans les expériences rapportées ci-dessus, & dans beaucoup d'autres que l'on pourroit citer pour prouver la même proposition, il faut considérer que souvent la pesanteur des corps attirés ou repoussés, combinée avec l'impulsion de la matiere électrique, peut produire des mouvements en ligne courbe ; mais ce qu'il y a de bien constant, c'est que toutes ces déviations ne

XX. LEÇON.

montrent point une circulation, & qu'elles sont aussi variables que les causes fortuites à qui elles sont dûës.

Il en est de même des mouvements de la matiere électrique, lorsqu'elle est apparente par sa lumiere : les rayons des aigrettes, les traits de feu qu'ils forment en se réuniſſant pour étinceller, sont naturellement droits ; mais le doigt ou un morceau de métal qu'on leur présente, les détermine à se courber ; & avec tout cela cependant on ne voit jamais ces émanations lumineuses tourner en forme de tourbillon, autour des corps qui les lancent ou qui les reçoivent. *Voyez* le 4e. & le 5e. résultat de la 2e. exp. du 1er. article.

SECONDE PROPOSITION.

La matiere électrique s'élance du corps électriſé, & se porte progreſſivement aux environs juſqu'à une certaine diſtance.

Il faut se rappeller ici les résultats des deux premieres expériences rapportées dans le premier article de la premiere section : ce souffle léger,

XX. LEÇON.

ces espêces de filaments invisibles que l'on sent contre la peau, quand on présente le visage ou le revers de la main à un tube ou à un globe de verre nouvellement frotté ; ces aigrettes lumineuses qu'on voit sortir par les angles d'une barre de fer électrisée ; ces traits de feu qui éclatent & qui picquent le doigt de celui qui les excite ; tous ces signes d'Electricité prouvent d'une maniere incontestable que le fluide subtil qui rend les corps électriques, passe réellement du dedans au-dehors de ces mêmes corps, & se répand autour d'eux jusqu'à une certaine distance : on aura preuve complette & surabondante de cette vérité, si l'on fait bien attention à ce qui résulte des expériences suivantes.

IV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Preuves de la matiere effluente.

ELECTRISEZ fortement une barre de fer isolée, (*fig 9.*) dont vous aurez mouillé la surface avec de l'eau ou avec de l'esprit-de-vin, & présentez-y le revers de la main *A*, comme pour

XX. LEÇON.

sentir les émanations invisibles dont nous avons fait mention plusieurs fois.

EFFETS.

Au lieu de ce souffle léger qui ressemble aux attouchements du cotton bien cardé, ou d'un duvet de plume extrêmement rare, vous sentirez un vent frais qui fait sur la peau l'impression d'une pluye très-fine & poussée avec force.

Cet effet ne prouve-t'il pas assez clairement que la liqueur dont on a mouillé la barre de fer, est emportée par la matiere électrique qui en sort, & qui étant armée, pour ainsi dire, de ces corpuscules étrangers, frappe avec plus de force que de coutume la main qu'on lui présente, & y fait sentir cette fraîcheur qui est propre aux fluides qui mouillent?

V. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Sur une barre de fer semblable à la précédente, mais bien essuyée & bien séche, répandez du son de farine ou du tabac grossiérement rapé, & que quelqu'un non isolé y

porte la main tandis qu'on commence à faire agir le globe, afin qu'elle ne s'électrise que dans l'instant où l'on voudra observer les effets.

EFFETS.

Dès que la barre de fer deviendra électrique, on verra le son ou le tabac qu'on aura mis dessus, s'élever en l'air comme s'il étoit soufflé par dessous, *B* (*fig. 9.*)

Il est effectivement soufflé & enlevé par les émanations invisibles, mais très-sensibles, que l'on sent avec la main ou avec le visage autour de tous les conducteurs qu'on électrise; seroit-il raisonnable de méconnoître cette cause qui se présente si naturellement?

VI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Qu'on électrise fortement un homme isolé sur un gâteau de résine ou autrement; si cet homme porte ses cheveux ou une perruque sans pommade, il suffira qu'il reste découvert, sinon l'on pourra suppléer à ses

XX. LEÇON.

cheveux par une poignée de filasse qu'on lui placera sur la tête, ou qu'on lui attachera en quelque endroit. *Voyez I* ou *H* (*fig. 6.*)

EFFETS.

A mesure que cet homme s'électrisera, vous verrez ses cheveux se dresser en l'air en se tenant écartés les uns des autres; & vous rendrez cet effet encore plus sensible, si vous tenez votre main étenduë, ou une plaque de métal à une distance de 7. à 8. pouces au-dessus de lui.

Des cheveux qui se dressent ainsi, tandis qu'on les électrise, annoncent, on ne peut pas mieux, l'écoulement de la matiere qui les enfile, & qui les tient dans cette direction; & si vous en doutez encore, faites cette expérience dans un lieu privé de lumiere, & vous appercevrez souvent aux extrêmités de ces cheveux hérissés, des petites houpes lumineuses qui ne peuvent être que l'effet de la matiere électrique qui s'enflamme en débouchant de ces petits canaux dans l'air extérieur.

OBSERVATIONS.

Je ne m'arrêterois pas davantage à

prouver ma seconde proposition, si je voulois la restreindre au verre électrisé & aux conducteurs qui reçoivent de lui leur vertu; premiérement, parce que tout le monde convient avec moi que de ces corps, quand on les électrise, il sort réellement une matiere qui se répand au-dehors; secondement, parce que je crois que cela est suffisamment prouvé par les expériences que je viens de citer, pour toute personne qui ne cherche point à contester, mais seulement à s'instruire.

Mais je ne dois pas dissimuler que j'ai contre moi quelques Auteurs qui ne veulent point convenir, en général, que tout corps électrisé lance hors de lui la matiere électrique; ils exceptent le soufre, la cire d'Espagne, la soye, & en général toutes les matieres que nous nommons *résineuses*, en parlant d'Electricité; prétendant que ces corps, quand ils sont électrisés, bien loin d'avoir des émanations comme le verre & les conducteurs, ne font qu'en tirer des leurs ou des autres corps qui les environnent. Je suis donc obligé de pousser plus loin mes preuves, & de

XX. LEÇON.

montrer, contre la prétention de ces Messieurs, que les conducteurs électrisés par le soufre, par la cire d'Espagne, &c. ne différent point essentiellement de ceux sur lesquels on fait agir le verre frotté, & que les uns comme les autres ont des écoulements réels de matiere électrique, qui se portent du dedans au dehors.

VII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

En la place d'un globe de verre, mettez-en un de soufre, & électrisez, par un tems convenable, une verge plate de fer de deux ou trois lignes d'épaisseur & de quatre à cinq pieds de longueur, & répétez avec ce conducteur la 4e. & la 5e. expérience.

EFFETS.

Si l'Electricité est passablement forte, vous reconnoîtrez, en présentant la main, que la liqueur est enlevée de dessus la surface du fer, par l'électrisation du globe de soufre comme par celle du verre; vous verrez

de même que le son de farine ou les autres poudres seront enlevées comme dans la 6e. expérience, quoique peut-être avec moins de force. *Voyez C, D (fig. 10.)*

VIII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Electrisez avec le même globe de soufre une autre verge de fer, ou la même qui soit terminée en pointe menuë, & regardez attentivement ou à la vûë simple, ou avec un verre lenticulaire de 2. pouces de foyer, ce qui se passe au bout de ce conducteur, *E (fig. 10.)*

EFFETS.

Vous y appercevrez un petit feu court, dont vous aurez peine à distinguer le mouvement à la vûë simple; mais, avec le verre qui grossit, vous verrez immanquablement que c'est une petite aigrette de matiere enflammée dont les rayons divergent & s'épanouissent, comme celles qu'on voit aux extrêmités anguleuses ou à la pointe *F (fig. 9.)*

XX. LEÇON.

d'un conducteur électrisé par le verre, & auxquelles elle ressemble parfaitement, à cela près qu'elle est plus petite.

S'il vous reste des doutes sur la vraye direction des rayons de cette aigrette, si vous soupçonnez que ce puisse être une matiere qui entre dans la pointe plûtôt qu'une matiere qui en sort, vous ferez cesser vos incertitudes en faisant les épreuves suivantes.

IX. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Présentez à la pointe où paroît la petite aigrette, que d'autres appellent le point lumineux, une chandelle *G* (*fig.* 11.) nouvellement éteinte, de maniere que le jet de fumée qui reste, passe à quelques lignes de distance vis-à-vis de cette même pointe.

EFFETS.

En répétant plusieurs fois cette épreuve, vous remarquerez qu'une grande partie de la fumée est chassée en avant, comme s'il sortoit un

souffle de la pointe vis-à-vis de laquelle on la fait passer.

Et véritablement il en sort un petit vent que l'on sent sur la peau de la main quand l'Electricité est un peu forte, & à-peu-près comme on l'éprouve avec un pareil conducteur qui tient son Electricité du verre.

X. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut ajuster à l'extrêmité du conducteur des expériences précédentes, une pointe de métal *H* (*fig.* 11.) qui soit creuse, & au bout de laquelle il y ait un très-petit trou, de maniere qu'une liqueur, par son poids, n'en puisse sortir que goutte à goutte; on pourra la faire de fer blanc, & la charger d'esprit-de-vin.

EFFETS.

Lorsque le globe de soufre électrisera le conducteur & le tuyau pointu qui le termine, la liqueur, qui tomboit goutte à goutte auparavant, s'écoulera avec une accélération très-sensible, & par plusieurs petits jets continus & divergents qui représenteront une sorte d'aigrette.

XX. LEÇON.

Et si avec une chandelle allumée, on met le feu à l'esprit-de-vin, on verra la flamme qui en naîtra, se porter en avant comme celle d'une bougie que l'on souffle avec un chalumeau *I* (*fig.* 11.)

REFLEXIONS.

Identité des feux électriques produits par le soufre, & de ceux qui sont produits par le verre.

Les dernieres expériences que je viens de rapporter, & qui ont été vérifiées de la maniere la plus authentique, prouvent, ce me semble, incontestablement, que, d'un conducteur électrisé par le soufre, il émane une matiere fluide, capable d'impulsion & de s'enflammer; car elle se montre sous la forme d'aigrette lumineuse, & elle pousse en avant les liqueurs, la fumée, la flamme, les poussieres, &c. Je dis que ce fluide est la matiere électrique; & si l'on me le conteste, je demande qu'on m'apprenne donc ce que c'est que cette matiere qui ne paroît que par l'électrisation, qui produit les phénomènes de l'électricité, & qui ne différe point de celle que je vois aux conducteurs électrisés par le verre d'où l'on convient qu'elle sort.

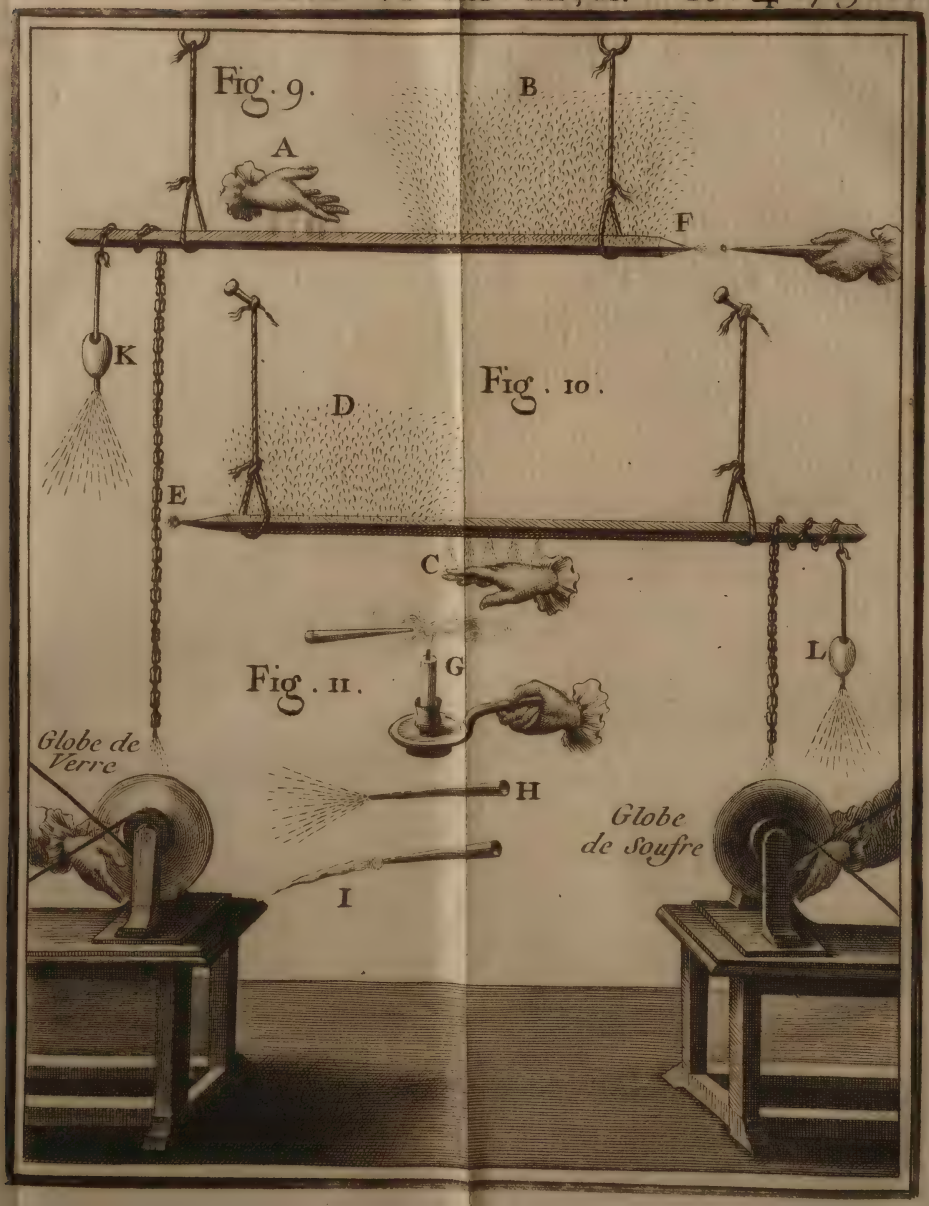


Fig. 9.
A
B
F
K
D
Fig. 10.
E
C
L
Fig. 11.
G
Globe de Verre
H
Globe de Soufre
I

Les aigrettes, dit-on, que fait paroître le soufre au bout de ses conducteurs, sont toujours bien plus petites que celles des mêmes conducteurs électrisés par le verre.

XX. LEÇON.

Cela est vrai ; mais qu'est-ce que cela fait à la nature de ces feux & à la direction de leurs mouvements ? La flamme d'une très-petite bougie diffère-t'elle par essence de celle d'un gros flambeau ? La différence de leurs volumes met-elle quelqu'un en droit de le prétendre, non plus que d'assurer que l'une se meut en sens contraire de l'autre ?

On m'allégue qu'il y a des raisons de convenance & d'analogie, qui mènent à croire que les petits points de lumiere qu'on apperçoit à la pointe du conducteur électrisé par le soufre, sont produits uniquement par une matiere qui entre, & non point par une matiere qui sort.

Je ne connois point ces raisons sur lesquelles on prétend se fonder, ou je les connois, je crois devoir les apprécier bien au-dessous de ce qu'on veut les faire valoir ; mais quelles qu'elles puissent être, ces raisons de

XX. LEÇON.

convenance & d'analogie peuvent-elles prévaloir contre des faits bien constatés & décisifs ? Quand je vois sortir la matiere électrique d'un corps, quand je m'en suis assuré par des preuves sans réplique, quand vingt témoins capables d'en juger, & qui n'ont point à desirer que cela soit ou ne soit point, m'assurent que je ne me suis point trompé, & qu'ils voyent ce que j'ai vû, dois-je préférer à cette évidence l'opinion de deux ou trois hommes qui s'obstinent à dire que je suis dans l'erreur, parce que disent-ils, ce que je soutiens ne peut quadrer avec l'idée qu'ils se sont faite de la vertu électrique ?

Je persiste donc à croire & à dire d'après les expériences rapportées ci-dessus, que, de tous les corps, sans exception, qui sont électrisés, soit par le verre, soit par des matieres résineuses, il sort des jets de matiere électrique, tantôt visibles, tantôt invisibles, qui se portent en avant, soit dans l'air qui les environne, soit dans les autres corps qui les avoisinent.

Et comme ces émanations se fo-

vo-

voir ou sentir de toutes parts autour des conducteurs, j'ajoûte qu'elles débouchent en même tems par une infinité d'endroits, & qu'elles forment autour d'eux une atmosphère de rayons droits & animés d'un mouvement progressif; mais quoique ces jets de matiere effluente soient certainement en très-grand nombre, cependant je crois être en état de prouver la proposition suivante.

TROISIEME PROPOSITION.

La matiere qui sort des corps électrisés, n'occupe qu'une partie des pores de leur surface, ceux apparemment qui sont les plus ouverts & les plus propres à favoriser ses éruptions.

XI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Si l'on répéte la 5e. expérience; non pas avec du son de farine ni avec du tabac rappé, mais avec de la poudre à poudrer les cheveux, que l'on aura tamisée ou fait tomber avec une houpe sur le conducteur, on remarquera les effets suivants.

XX. LEÇON.

EFFETS.

1°. Dès que la barre de fer devient électrique, la plus grande partie de la poudre s'éleve en l'air & se dissipe.

2°. Mais il en reste sur la surface du fer électrisé une infinité de petites parties qui ne s'en vont point, quoique l'on continuë de frotter le globe.

3°. Cependant cette portion de poudre est de nature à être enlevée comme la premiere; car si on la ramasse sur quelque endroit du conducteur, la plus grande quantité partira, & il en restera encore, dans ce même endroit, une portion qui ne sera pas enlevée. Comme les parcelles de poudre qui sont enlevées de dessus le conducteur, nous indiquent les endroits par où s'élance la matiere électrique qui les chasse, celles qui restent, nous donnent à penser qu'elles reposent sur des places d'où il ne sort rien; car toutes les parties de la poudre étant également mobiles, on doit croire que celles qui restent en repos, ne sont point en prise à la cause impulsive qui fait partir les autres. Or quoique les endroits dé-

couverts par les parties enlevées, soient en très-grand nombre, & fort près les uns des autres ; quand on considére la prodigieuse quantité de pores qui doivent être ouverts à la surface du fer, on conçoit aisément que la portion de poudre expulsée par les effluences de la matiere électrique, n'en pouvoit couvrir qu'une portion assez médiocre ; & il n'est pas vraisemblable que ce qui reste de cette poudre sur le conducteur, tandis que l'on continuë de l'électriser, ne repose précisément que sur des parties solides du fer, d'où l'on peut conclure légitimement, comme je l'ai énoncé dans la proposition, que la matiere électrique, en sortant des corps électrisés, n'occupe qu'une partie de leurs pores, qui n'est pas même la plus grande.

QUATRIEME PROPOSITION.

La matiere électrique sort du corps électrisé en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons divergent beaucoup entr'eux.

On a pu remarquer dans les ex-

XX. LEÇON.

périences de la section précédente ; que toutes les fois que la matiere électrique s'enflamme d'elle-même en sortant par les extrêmités ou par les angles d'un conducteur électrisé, & qu'elle devient par-là sensible à la vuë, elle se présente toujours sous la forme de bouquets épanouis, ou d'aigrettes composées de rayons distincts, & qui vont en s'écartant de plus en plus les uns des autres. Mais on pourroit peut-être imaginer que les effluënces de matiere électrique ne prennent cette forme qu'aux extrêmités ou aux angles des conducteurs où elles s'enflamment communément : & que, par-tout ailleurs, chaque émission n'est que d'un seul jet : il faut donc faire voir que la matiere électrique, de quelque endroit du conducteur qu'elle émane, soit qu'elle devienne lumineuse & apparente, soit qu'elle demeure invisible, se divise presque toujours en plusieurs rayons qui vont en s'écartant les uns des autres, comme ceux d'une aigrette.

XII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut électriser dans l'obscurité une barre de fer, sur toute la longueur de laquelle on aura parsemé des petites gouttes d'eau.

EFFETS.

En promenant la main d'un bout à l'autre du conducteur & à quelques pouces de distance de sa surface, on verra sortir de toutes les gouttes d'eau autant d'aigrettes bien enflammées & bien épanouies, qui feront sur la peau l'impression d'un vent frais & humide. *Voy.* les *fig.* 9. *&* 10.

XIII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Après avoir bien essuyé & séché la barre de fer de l'expérience précédente, que l'on arrange sur toute sa longueur plusieurs petits tas de son de farine, ou de cette rapure de bois qu'on met sur l'écriture.

XX. LEÇON.

EFFETS.

Dès que cette barre deviendra électrique, tout ce qui aura été mis dessus, sera enlevé comme dans la 5e. expérience ; mais ce qu'il faut bien remarquer dans celle-ci, c'est que les poussiéres forment toujours, en s'élevant, une espêce de gerbe qui indique visiblement que la matiere invisible qui les chasse, s'épanouit de la même maniere. *Voyez* les *fig.* 9. & 10. aux lettres *B*, *D*.

XIV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Au lieu des tas de poussieres, que l'on mette, toujours sur la même barre, autant de petits vases qu'on voudra remplis d'eau, & percés par en bas, de maniere que l'écoulement ne se fasse naturellement que goutte à goutte. Ces vases pourront être, si l'on veut, des coques d'œufs, suspenduës comme *K* (*fig.* 9.) & *L*, (*fig.* 10.) au conducteur avec des fils de fer, & auxquelles on aura adapté par en bas un bout de tube capillaire avec un peu de cire d'Espagne.

EFFETS. XX. LEÇON.

Auſſi-tôt que le conducteur & ſes petits vaſes deviendront électriques, on verra tous ces écoulements, qui n'alloient que goutte à goutte, s'accélérer, & chacun d'eux ſe diviſer en pluſieurs petits jets divergents, & formant entr'eux une aigrette d'eau.

Perſonne ne doutera que ces écoulements ne ſoient accélérés par l'impulſion de la matiere électrique qui ſort avec l'eau par le tube capillaire, & qui augmente, par ſon mouvement précipité, l'effet du poids qui entraîne la liqueur; mais, pour s'aſſurer que la diviſion & l'épanouiſſement des petits jets ſont encore l'ouvrage de la matiere électrique qui les enfile, on obſervera que chacun d'eux eſt électriſé; car il ſe plie vers les corps non iſolés, & étincelle contre eux; & l'on verra de plus, quand l'eau ſera toute écoulée, la matiere électrique en forme d'aigrette au bout du tube où commençoit l'écoulement.

Ces écoulements d'eau électriſés, quand ils ſe font un peu en grand &

XX. LEÇON.

dans l'obscurité, ont un effet admirable. Il faut suspendre au bout d'un conducteur, un de ces vases de fer blanc terminés en pointe, dont on se sert pour arroser les planchers avant que de les balayer : si l'eau, en s'écoulant par son propre poids, ne forme qu'un jet de la grosseur d'une petite plume à écrire ; lorsqu'elle sera électrisée, elle se divisera en une infinité de jets divergents, tous électriques & capables d'étinceller ; & à l'endroit de leurs divisions, on verra briller huit ou dix aigrettes de matiere enflammée, arrangées autour de la colonne d'eau, & formant une espêce de goupillon de lumiere. *Voyez* mes *Recherches* sur la cause particuliére des phénomènes électriques, 5e. *Discours*, p. 343. Pl. 1. (*fig.* 1.)

CINQUIEME

CINQUIEME PROPOSITION.

XX. LEÇON.

Tous les corps qu'on électrise, soit par frottement, soit par communication, reçoivent, ou de l'air environnant, ou des autres corps voisins, une matiere tout-à-fait semblable à celle qu'ils lancent autour d'eux.

De tous ceux qui ont écrit sur l'électricité, il n'y a personne qui ne convienne avec moi que le soufre, la cire d'Espagne & les matieres résineuses, quand on les frotte, ne reçoivent la matiere électrique ou des corps voisins, ou de l'air ambiant; mais quelques Auteurs soutiennent qu'il n'en est pas de même du verre, qui, selon eux, n'en reçoit uniquement que du corps qui le frotte, & nullement de l'air ni des autres substances, qui l'approchent, isolées ou non; c'est donc par des expériences faites avec du verre, que je dois préférablement prouver ma proposition, puisque c'est le seul point sur lequel il reste encore quelque contestation.

XX. LEÇON.

XV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Preuves de la matiere électrique affluente au verre électrifé.

TANDIS qu'une personne non isolée électrise un globe de verre avec ses mains, si l'on présente vers l'équateur de ce globe à cinq ou six lignes de distance de sa surface, tel corps que l'on voudra comme *A*, ou *B* (*fig.* 12.) pourvû qu'il ne soit pas de ceux qui ne s'électrisent que par frottement, on voit infailliblement les effets suivans.

EFFETS.

1°. On voit entre le corps que l'on présente & la surface du verre, des petites gerbes ou des franges d'une matiere enflammée.

2°. Les rayons qui composent ces feux, sont animés d'un mouvement progressif & si rapide, qu'il est souvent accompagné d'un petit bruissement.

3°. Ces feux sont plus serrés, plus animés, plus forts du côté du corps qu'on présente au verre, & vont toujours en se raréfiant & s'affoiblissant, à mesure qu'ils approchent de celui-ci.

Ces effets bien considérés & revus mille & mille fois depuis trente ans que j'électrise, me font dire avec confiance, que ces franges ou aigrettes lumineuses sont des courants de matiere électrique qui coulent de ces corps que l'on présente, vers le globe que l'on frotte : cela me paroît d'une telle évidence, que je m'en rapporterois volontiers aux yeux de tous ceux qui en voudront juger par eux-mêmes en se faisant représenter l'expérience que je viens de citer : mais le fait dont il s'agit ici est contraire à un système d'Electricité, que quelques personnes s'efforcent encore de soutenir ; on me le nie sans façon, en assurant que les franges lumineuses de notre expérience ont une direction toute opposée à celle que je leur attribuë, & qu'elles sont uniquement composées de la matiere électrique qui sort du globe, pour se jetter dans les corps que l'on met à sa portée.

Que puis-je faire de mieux en faveur du Lecteur qui ne sera point

XX. LEÇON.

à portée d'examiner les effets par lui-même, que d'oppoſer à la prétention de deux perſonnes qui ne ſont point de mon avis, le témoignage unanime de tous les Auteurs qui ſe ſont le plus diſtingués dans cette partie de la Phyſique ? C'eſt une maxime reçuë parmi nous, que les raiſons valent mieux que des autorités ; mais les autorités ſont des raiſons quand il s'agit de faits à vérifier.

M. Wilſon, dans un Ouvrage imprimé en Anglois en 1746., après avoir expliqué quelques phénomènes électriques, continuë ainſi, ſuivant une Traduction que je tiens d'une main non ſuſpecte : „ On expliquera de la même maniere, une „ autre expérience faite dans une „ chambre obſcure, ſavoir, *la lumiere „ divergente qui ſort d'un corps non électrique, tendant au globe de verre qu'on „ électriſe.* „

M. Waitz, dans ſa Diſſertation, qui a remporté le prix de Berlin en 1745. : " Si l'on fait tourner rapidement, dit-il, un globe de verre ou de „ porcelaine, & qu'on le frotte avec

XX. LEÇON.

„ un coussin, il s'électrisera; & alors, „ *si l'on approche de sa surface, le doigt,* „ *ou un morceau de métal, on verra sortir* „ *de ces corps plusieurs ruisseaux de feu qui* „ *feront entendre une sorte de sifflement.* Trad. de l'Allemand.

Dans un Ouvrage de M. Winkler, imprimé à Leypsik en 1746., & intitulé : *De la vertu électrique de l'eau électrisée dans des vases de verre*, on lit ce qui suit : „ Quand on approche le „ bout du doigt ou un morceau de „ métal d'un vaisseau de verre, plein „ d'eau qu'on électrise, on voit même „ pendant le jour, *une lumiere qui s'é-* „ *coule de ces corps.* „

M. Watson, dans le Mémoire qui a pour titre : *Suite des expériences & observations, pour servir à l'explication de la nature & des propriétés de l'Electricité*, s'exprime ainsi : „ Le courant de ma- „ tiere électrique, *qui va des corps non* „ *électrisés à ceux qui le sont*, devient „ sensible au tact; on le sent comme „ le souffle d'un vent frais. „

M. Boze, dans son 3e. Mémoire intitulé : *De Electricitate inflammante & beatificante*, imprimé en 1744., parle en ces termes : „ *Globus è contrà*

XX. LEÇON.

„ *cuſpidibus manus tangitur ; ibi in loco* „ *obſcuro attentè adhibeas oculos ; videbis, non totam digitorum lucere extremitatem quæ immediatè à globo raditur, ſed eſſe fluxum punctulorum, filorum quaſi ſubtilium decem, viginti in cute orientium.* „

Voici de quelle maniere s'exprimoit le feu P. Gordon dans ſes Elémens de Phyſique expérimentale, p. 252. : *Si digitus aut aliud corpus propiùs accedat corpori giranti, è corpore illo admoto lux versùs corpus electricum quaſi erumpere & cum ſtridore & ſibilo in illud ferri obſervatur.*

Dans une Diſſertation du Pere Beraud, couronnée par l'Académie de Bordeaux en 1748., on lit ces paroles : „ Si on électriſe fortement „ un globe de verre, & qu'on ap- „ proche de ce globe, à la diſtance „ de trois ou quatre lignes, un mor- „ ceau de métal, le bout du doigt, „ &c. *on voit auſſi-tôt jaillir de ces corps, des traits de flamme*, par la rai- „ ſon que j'ai dite dans l'article pré- „ cédent. „

Le feu P. Garo, Minime & Profeſſeur de Phyſique expérimentale à

XX. LEÇON.

Turin, dans une Lettre imprimée en 1753., représentoit ceci au P. Beccaria des Ecoles pies, & son Successeur : „ Essendo al bujo accosterete „ un dito al vetro stropicciato, chia- „ ramente vedrete la lucente elet- „ trica materia portarsi continua- „ mente dall'vostro dito al vetro. „

Il parut à Venise, en 1746., un Ouvrage anonyme, mais de bonne main, intitulé : *dell' Elettricismo.* On y lit, p. 310. : „ Se dunque ad una „ palla di vetro che si fa girare dalla „ machina, quando s'avvicina un „ dito, esce prima adessa una colonna „ di luce che s'alza colla punta d'alla „ superficie della palla, per toccar „ la colonna lucente che gli vien in „ contro, &c. „

A toutes ces citations qui n'ont pas besoin de commentaires, puisqu'elles contiennent formellement l'énoncé de ma proposition par rapport au verre électrisé, je pourrois joindre les témoignages de M. M. Hauxbée, Jallabert, du Tour, le Cat, de Romas, &c. mais je m'en abstiens pour abréger, & je finis par un certificat qui fera connoître que j'ai pris toutes les

XX. LEÇON.

précautions que j'ai pu imaginer, pour ne me point tromper sur le fait que je soutiens ici.

Extrait des Régistres de l'Académie Royale des Sciences.

Du 23. Août 1752.

„ M. l'Abbé Nollet ayant demandé „ des Commissaires pour être témoins „ de plusieurs expériences qu'il avoit „ faites concernant l'Electricité, l'A- „ cadémie nomma MM. Bouguer, de „ Montigny, de Courtivron, Dalem- „ bert & le Roy, qui ayant été pré- „ sents aux expériences contenuës au „ Journal qu'il en a lû, attesterent „ unanimement que les résultats leur „ avoient paru tels que M. l'Abbé „ Nollet les a énoncés; en foi de „ quoi j'ai signé le présent certificat, „ après avoir paraphé le Journal dont „ il s'agit. A Paris, le 2. Septembre „ 1752. „

Signé, GRANDJEAN DE FOUCHY, *Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.*

Or le Journal dont il s'agit dans ce Certificat, est celui qui est imprimé

à la fin du premier vol. de mes Lettres sur l'Electricité ; voici ce que contient l'article 21. „ Un homme s'élec- „ trisa sur un gâteau de résine, en „ tenant dans sa main la bouteille „ de Leyde, tandis qu'on tiroit des „ étincelles de son crochet : cet „ homme, en cet état, présenta ses „ doigts à un demi-pouce près du „ globe de verre que l'on frottoit, „ *& l'on en vit couler des jets de feu continus, comme il arrive à ceux qui ne sont point électrisés.* „

En concluant de toutes ces preuves, que le verre & en général tous les corps électrisés par frottement, reçoivent la matiere électrique de tous les autres corps qui sont près d'eux, il ne faut point oublier la restriction que j'ai mise à ma proposition, en excluant toutes les substances qui ne sont pas propres à être *conducteurs ;* en effet, le verre, le soufre, la cire d'Espagne, les résines, &c. quand on les présente au globe ou au tube électrisé, ne font voir que peu ou point du tout de ces feux dont nous avons fait mention dans les résultats de la derniere expérience,

XX. LEÇON.

& ils n'en produisent pas davantage quand on les met vis-à-vis des conducteurs isolés que l'on électrise.

XVI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut répéter ici la 4e. expérience du 3e. article de la section précédente, dont l'appareil est représenté par la *fig.* 5e. & observer de nouveau tous les résultats dont j'ai fait mention avec quelques circonstances que je vais y ajouter.

EFFETS.

1°. La matiere électrique qui sort du doigt de la personne non isolée, s'annonce d'une maniere non équivoque par le petit souffle qui se fait sentir à la main de la personne qu'on électrise.

2°. Par les rayons de matiere lumineuse qu'on voit sortir de ce même doigt, & qui deviennent souvent assez forts & assez alongés pour former une aigrette.

3°. Par les traits de feu qu'il lance en avant, quand il est à une certaine

proximité de la main électrisée. Et si l'on a peine à décider duquel des deux corps vient le trait de feu, à cause de sa prompte éruption, on pourra substituer au doigt non isolé une pointe de métal un peu fine; par ce moyen, l'étincelle sera plus petite, mais on la verra très-distinctement partir de la pointe.

4°. Par l'inflammation de l'esprit-de-vin; car si l'on imaginoit que le doigt non isolé ne contribuë en rien à cet effet, qu'il ne fournit rien du feu qui éclate, on pourroit aisément se détromper, en lui substituant un bâton de cire d'Espagne, qui certainement n'enflammera pas la liqueur comme lui.

5°. Par l'odeur de phosphore que le corps non isolé répand quelquefois, lorsque la vertu électrique est excitée à un certain dégré; car cette odeur ressemble parfaitement à celle des aigrettes qui partent des conducteurs qu'on électrise.

6°. Enfin, au lieu du doigt d'un homme non isolé, on peut présenter à la main électrisée tel corps que l'on voudra, pourvu qu'il soit de la classe

XX. LEÇON.

de ceux qu'on appelle *Conducteurs*; parce qu'ils s'électrisent mieux par communication que par frottement: & l'on obtiendra de même tous les effets dont je viens de faire mention, avec la seule différence du plus ou moins, les uns étant plus ou moins propres que les autres à fournir la matiere électrique au corps isolé, sur lequel on fait agir le globe.

OBSERVATIONS.

Lorsque la matiere électrique se rend sensible comme dans l'expérience que je viens de rapporter, on peut juger immédiatement de son existence & de ses mouvements: mais quand elle n'est ni assez abondante ni assez animée pour se faire sentir par elle-même, c'est dans ses effets que nous devons l'étudier. Nous voyons des écoulements lumineux aux extrêmités, aux pointes, ou aux angles d'une barre de fer qu'on électrise, & nous concluons en toute sûreté que la matiere électrique sort & se dissipe par-là. Nous voulons savoir ensuite si cette barre électrisée n'auroit point aux autres en-

droits de sa surface, des émanations de cette même matiere, mais moins animées, & que nos yeux ne peuvent appercevoir; & d'une voix unanime, nous décidons qu'il y en a, parce que tous les corps légers qu'on place dessus, sont enlevés dans l'instant même qu'elle devient électrique.

Or, quand je vois de pareils corps se précipiter de toutes parts, sur cette même barre, tandis que l'on continuë de l'électriser, ne puis-je pas dire avec autant de raison, qu'ils me décélent la présence & l'action d'une matiere invisible qui vient des corps voisins ou de l'air ambiant, à la barre de fer électrisée; sur-tout quand je sais d'ailleurs que tous ces corps qui m'voisinent celui qu'on électrise, étant rapprochés davantage, lui lancent d'une maniere très-apparente les torrents de matiere électrique?

Et comme ces attractions apparentes, ou plûtôt ces appulsions des corps légers au corps électrisé, se font en toutes sortes de sens, nous avons tout lieu de penser que cette matiere invisible qui vient de toutes parts au corps électrisé, au travers

XX. LEÇON.

de l'air qui l'entoure, forme autour de lui une infinité de rayons convergents dont il est comme le terme commun.

SIXIEME PROPOSITION.

Tout corps électrisé par frottement, ou tout conducteur isolé qu'on électrise, a autour de lui une atmosphere de ce fluide qu'on nomme matiere électrique, dont les rayons animés d'un mouvement progressif, vont en deux sens opposés, les uns partant du corps électrisé pour se porter aux environs, les autres venant à lui, de l'air ou des autres corps qui sont autour de lui.

Cette proposition a deux membres que j'ai déja prouvés l'un après l'autre; j'ai fait voir d'une part, que la matiere électrique sort du corps qu'on électrise, en forme de rayons divergents, & que ces effluences ou émanations continuent autant de tems que dure l'Electricité; d'un autre côté, j'ai établi par des expériences concluantes, que l'air & les autres substances qui sont aux environs & à une certaine proximité,

fourniſſent à ce même corps une matiere ſemblable à celle qu'il perd, & que cet effet commence & ceſſe avec la vertu électrique ; mais ce que j'ai ſpécialement en vuë préſentement, c'eſt de faire voir, par des preuves & par des raiſons inconteſtables la ſimultanéïté de ces deux effets, laquelle eſt de la plus grande importance dans cette matiere, & que j'ai peine à faire goûter à des gens prévenus pour certains ſyſtêmes qui ne peuvent quadrer avec ce fait.

XVII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Preuves de la ſimultanéïte des deux courants de matiere électrique.

Electriſez bien un tube de verre & une barre de fer iſolée convenablement ; préſentez ſous l'un & ſous l'autre des fragments de feuilles d'or ou de cuivre, placés ſur une table de bois bien unie & bien eſſuyée, comme dans la 1ere. expérience, & examinez bien attentivement comment ſe font les attractions & répulſions.

EFFETS.

En répétant cette expérience

XX. LEÇON.

plusieurs fois & en différents tems, vous reconnoîtrez infailliblement que le même côté & les mêmes endroits du corps électrisé attirent & repoussent en même tems, je ne dis pas le même corpuscule, cela implique contradiction, mais plusieurs d'entr'eux placés à côté les uns des autres, de maniere que vous verrez descendre les uns tandis que les autres monteront au tube ou à la barre de fer.

Si ces petits corps se meuvent en vertu de la matiere électrique qui les pousse, il faut bien que cette matiere se meuve elle-même en deux sens opposés, puisqu'elle fait monter les uns & descendre les autres; & ces mouvements contraires ayant lieu en même tems, on doit convenir que les deux portions de matiere électrique qui les produisent, agissent en même tems avec des directions opposées.

XVIII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Laissez tomber sur un tube de verre électrisé une petite feuille de métal,

métal, ou un duvet de plume, & attendez que ce petit corps soit repoussé en l'air, & y demeure flottant au dessus du tube, comme dans la seconde exp. du 3e. article de la 1ere. section.

EFFETS.

Pendant tout le tems que le tube, par sa répulsion, soutiendra la petite feuille de métal à plus d'un pied de distance au-dessus de lui, ce même tube ne cessera d'attirer d'autres corps à quelque endroit de la surface que vous les présentiez. Voyez la *fig.* 13.

Voilà donc encore des attractions & des répulsions simultanées, qui indiquent clairement que la matiere électrique agit en même tems en deux sens opposés autour du même corps électrisé.

XIX. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Répétez la 4e. & la 5e. expériences de cette section, & présentez tel corps que vous voudrez & à quelque

XX. LEÇON.

endroit que ce soit de la barre de fer qui sert de conducteur.

EFFETS.

Vous observerez qu'il y aura attraction par-tout, tandis que la liqueur ou le son de farine sera enlevé. (*fig.* 14.)

Remarquez de plus que les parties les plus menuës du son, qui restent comme fixées sur la barre de fer, ont bien l'air d'y être retenuës par des filets de matiere électrique affluente, qui percent ces petits corps pour rentrer dans le fer; car il n'est guéres possible d'imaginer qu'ils répose nt tous sur des parties solides du métal, & qu'il n'y en ait pas un grand nombre à l'embouchure de ses pores.

XX. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Préparez cette expérience comme la 14e., & qu'une personne non isolée prenant en sa main un petit vase plein d'eau, & garni tout autour de petits tubes, par lesquels la liqueur s'écoule goutte à goutte, le présente successivement à tous ceux

qui ſont électriſés ſur le conducteur.

XX. LEÇON.

EFFETS.

Vous verrez, 1°. que l'écoulement du petit vaiſſeau non iſolé *C*, (*fig.* 15.) s'accélérera & ſe diviſera en pluſieurs petits jets divergents, comme ceux qui tiennent au conducteur.

2°. Vous remarquerez que cet effet n'a lieu que pour les écoulements qui ſe font vis-à-vis des corps électriſés; & que les autres, quoique venant du même vaiſſeau, continuent de ſe faire goutte à goutte.

Puiſque l'on attribuë l'accélération des écoulements électriſés aux émanations précipitées de la matiere électrique, on eſt également fondé à dire que ceux qui s'accélérent de même vis-à-vis d'un conducteur qu'on électriſe, doivent cette augmentation de mouvement à une cauſe ſemblable; & l'on peut s'en aſſûrer encore en examinant, dans un lieu privé de lumiere, le bout du tube par où ſe fait l'écoulement: on y voit ordinairement un point lumineux qui indique aſſez clairement l'éruption de la matiere électrique.

XX. LEÇON.

XXI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut isoler dans une situation horizontale, un tuyau de fer blanc ou de carton couvert de papier doré, qui ait 3. ou 4. pouces de diamétre, ou davantage si l'on veut, & environ 6. pieds de longueur; que l'on attache sur toute la surface extérieure de ce tuyau, des petites houppes de filasse ou de fil très-fin, en si grand nombre qu'on voudra, & longues de 4. à 5. pouces; que l'on fasse passer ce conducteur ainsi préparé par le centre d'un cercle de fer non isolé, de 2. pieds ou environ de diamétre, & garni dans toute sa circonférence de houppes semblables à celles dont je viens de parler, & espacées de 3. en 3. pouces.

EFFETS.

Si l'on électrise alors le tuyau, on verra, 1°. toutes ces houppes se dresser autour de lui & sur toute sa longueur, & former autant d'aigrettes épanouïes & semblables par la figure, à celles que nous fait voir ordinairement la matiere électrique, quand elle devient lumineuse.

2°. En même tems, toutes les houppes du cercle de fer se dirigeront vers le tuyau électrisé, comme vers leur centre commun. Voyez la *fig.* 16.

Ces deux effets auront toujours lieu, quoiqu'on fasse changer de place au cercle, en le faisant aller & venir suivant toute la longueur du tuyau.

3°. Et si quelqu'un se donne la peine de multiplier les cercles, & d'en établir tel nombre qu'il voudra d'un bout à l'autre du tuyau-conducteur, il verra faire à chacun d'eux en même tems, ce que je viens de dire d'un seul.

Si les attractions apparentes & les répulsions par lesquelles on voit toutes ces houppes de part & d'autre se diriger les unes vers le tuyau, les autres vers le cercle, sont des indices suffisants d'une matiere invisible qui les entraîne, il faut convenir, à l'inspection de ces effets, que cette matiere est partagée en deux courants qui se meuvent en même-tems en sens contraires; je dis en même tems; car si elle ne faisoit que sortir du conducteur pour y rentrer, les

XX. LEÇON.

houppes ou les filaments qu'elle dirige en les enfilant, se ressentiroient nécessairement de ces allées & de ces retours ; nous les verrions alternativement se dresser dans un sens & dans l'autre ; leur tendance ne seroit pas constante comme elle l'est.

Le tableau que forment les houppes du cercle avec celles du tuyau électrisé, représente assez bien aux yeux l'idée que je me suis faite des atmosphères électriques : après avoir bien réfléchi sur les phénomènes, je crois qu'elles sont composées de rayons dirigés en sens contraires, & que chacun d'eux est véritablement animé d'un mouvement de translation, comme un jet de liqueur qu'on fait sortir avec précipitation par un trou fort étroit, ou qui traverse un milieu assez perméable pour le laisser jouir d'une grande vîtesse : car je ne puis croire que ces atmosphères ressemblent, comme quelques Auteurs nous l'assurent, à des vapeurs accumulées ; cette façon de les concevoir me paroît absolument incompatible avec tout ce que l'expérience nous met sous les yeux ; j'en

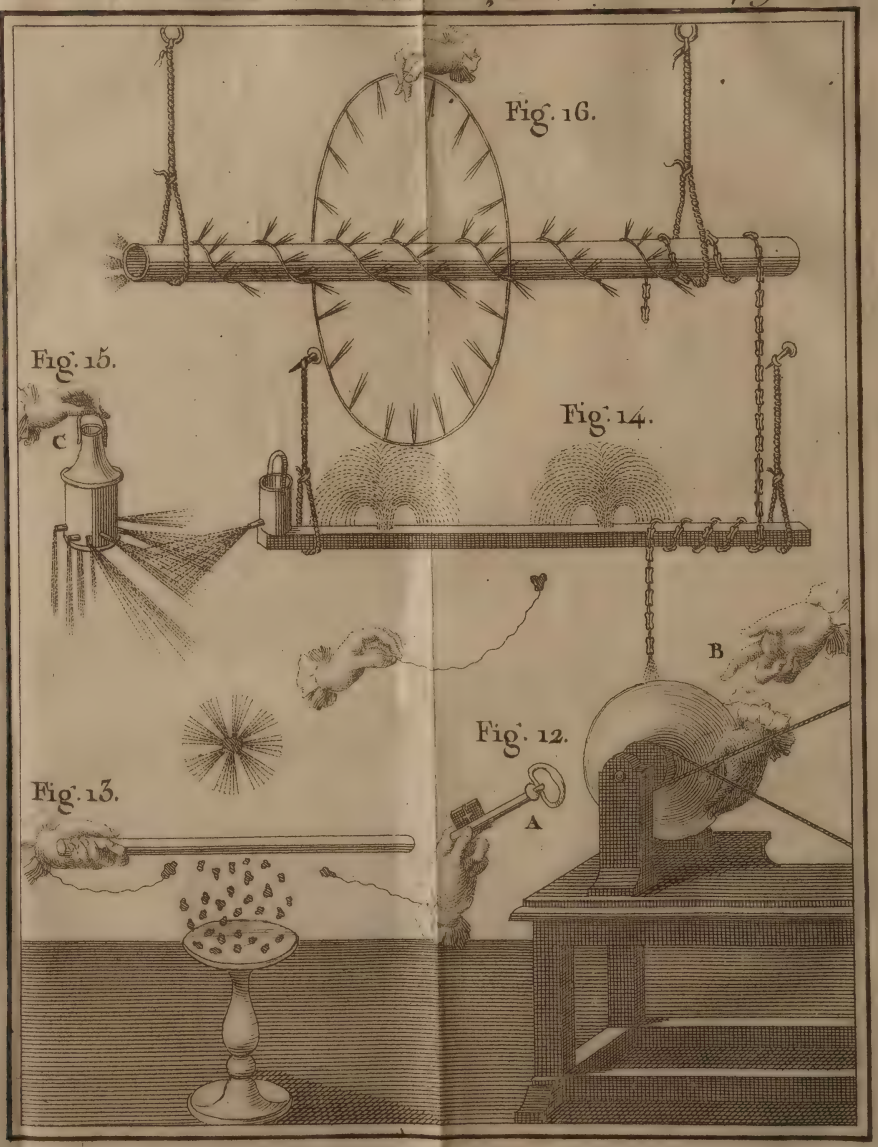


Fig. 16.
Fig. 15.
C
Fig. 14.
B
Fig. 12.
A
Fig. 13.

dirai quelque chose de plus dans la IIIe. Section.

XXII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Electrisez, avec un globe de verre, une verge de fer isolée, dont le bout le plus reculé du globe soit terminé en pointe, & qu'une personne non isolée présente une autre pointe de métal à celle qu'on électrise.

EFFETS.

Si l'expérience se fait dans un lieu obscur, on voit à chacune des deux pointes, une aigrette lumineuse : & ces deux espêces de cônes de lumiere se joignent par leurs bases, quand on les approche assez près l'un de l'autre. *F*, (*fig. 9.*)

OBSERVATIONS.

Personne ne conteste que l'aigrette, qu'on apperçoit à la pointe du conducteur isolé, ne soit un véritable écoulement de la matiere électrique, qui se porte du dedans au-dehors ; mais quoique le feu de l'autre pointe soit de la même forme, composé de rayons semblables, & ani-

XX. LEÇON.

mé d'un mouvement progressif en avant assez sensible ; parce qu'il est ordinairement plus petit, il y a quelques auteurs électrisants qui se persuadent, & qui veulent persuader aux autres, que ce n'est point une aigrette semblable à l'autre ; ou que si c'en est une, elle est uniquement composée de rayons convergents à la pointe, & qu'au lieu d'en sortir ils ne font que s'y précipiter.

Contestation sur l'aigrette de la pointe non isolée de l'expérience précedente.

Mais pour se convaincre du peu de fondement de cette prétention, on n'a qu'à examiner ce petit feu avec un verre lenticulaire, si les yeux seuls ne suffisent pas, & l'on verra distinctement que les rayons de cette petite aigrette se portent en avant & qu'ils vont à la rencontre de ceux qui viennent de la pointe électrisée.

Faits & raisonnements qui prouvent que ce feu est une matiere affluente au conducteur.

Et si cette observation ne suffisoit point encore, on dissiperoit entiérement ses doutes, en exposant devant la pointe non isolée la flamme ou la fumée d'une petite bougie qui ne manqueroit pas d'être soufflée en avant par la matiere électrique qui produit l'aigrette dont il est ici question. Une pointe creuse & char-

gé

gée de quelque liqueur, prouvera encore d'une maniere inconteſtable ce que je ſoutiens ici. XX. LEÇON.

Alléguer qu'en pareil cas, la fumée, la flamme, les liqueurs ſont portées en avant par l'air agité, ſans dire comment cela peut arriver; ou que ce qui produit ces effets eſt un fluide inconnu qui ſort de la même pointe en même tems que la matiere électrique y entre; c'eſt oppoſer à l'évidence des fictions obſcures qui n'ont point de vraiſemblance, & qui ne peuvent être goûtées que par des gens prévenus pour quelque ſyſtême.

Au reſte, ſi c'eſt une choſe reconnuë de tout le monde, que les feux électriques qui paroiſſent aux pointes, ſont d'autant moins marqués que ces pointes ſont plus fines, quand nous voulons bien ſincérement ne nous point tromper, ni tromper les autres ſur la nature, la forme & les mouvements de ces feux, pourquoi faire nos épreuves de préférence avec les corps qui nous les rendent comme imperceptibles; que ne rendons-nous ces pointes plus

XX. LEÇON.

grosses & plus mousses; que ne mettons-nous, en présence l'un de l'autre, le doigt d'un homme non isolé, & celui d'un autre homme qu'on électrise ? Or il est certain que si l'on fait l'expérience de cette maniere, on n'aura pas besoin de verre qui grossisse les objets, pour appercevoir quelle direction tiennent les feux de part & d'autre ; la grandeur de leurs rayons, leurs éruptions intermittentes, le vent qu'ils feront sentir, ne laisseront sur cela aucune équivoque.

Mais quand on s'obstineroit à n'employer que des pointes très-fines, & que par-là on parviendroit à rendre le feu électrique si petit, qu'on ne pût pas juger s'il entre ou s'il sort de celle qui n'est point isolée, que gagneroit-on par-là contre moi ? Rien, sinon que de pareilles pointes ne sont pas propres à prouver ni pour ni contre la proposition générale par laquelle je dis que tout corps électrisable par communication, mais non isolé, fournit de la matiere électrique au corps isolé qu'on électrise : l'indécision des pointes ne tireroit jamais à conse-

quence contre les autres corps dont les effets sont visibles & hors de contestation ; au contraire, la généralité & l'évidence de ceux-ci nous autoriseroit à présumer d'elles des phénomènes semblables, s'ils pouvoient devenir assez sensibles.

SEPTIEME PROPOSITION.

La matiere électrique qui sort d'un conducteur isolé par toutes les parties de sa surface qui n'aboutissent point au globe, vient au moins en partie, & immédiatement de ce globe, & du corps qui le frotte.

XXIII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Qu'on électrise de suite, & autant de tems qu'on voudra, un conducteur quelconque, isolé convenablement.

EFFETS.

On ne voit point tarir les émanations électriques : elles durent au moins autant que le frottement du globe qui les fait naître. J'aurai occasion par la suite de citer des expé-

XX. LEÇON.

riences dans lesquelles ces effets ont été soutenus pendant 5. à 6. heures sans interruption & sans diminution sensible des effluences électriques.

XXIV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Frottez un globe ou un tube de verre dans un tems convenable à l'Electricité, & laissez-le isolé pendant un quart-d'heure, & même davantage : après cela approchez-le d'un homme ou d'une verge de fer en état de recevoir la vertu électrique.

EFFETS.

En procédant ainsi, vous électriserez infailliblement le conducteur, & il en donnera des marques par des effluences sensibles de matiere électrique : il repoussera, par exemple, les corps légers que vous placerez sur lui ; & s'il y a quelques parties pointuës à sa surface, il en sortira des aigrettes lumineuses.

XXV. EXPERIENCE. XX. LEÇON.

PREPARATION.

Il faut électriſer pluſieurs fois de ſuite le même conducteur avec le même globe, & faire durer également l'électriſation pour chaque expérience; mais dans les unes, il faut faire frotter le globe par un homme iſolé; & dans les autres, par le même homme communiquant avec le plancher, & avec tous les autres corps.

EFFETS.

Vous remarquerez conſtamment que dans le dernier cas l'Electricité eſt bien plus forte & plus durable que dans le premier: dans celui-ci, les émanations électriques du conducteur ſont languiſſantes, & vont en s'affoibliſſant de plus en plus; dans l'autre, elles ſont bien plus marquées, & ſe ſoutiennent autant de tems que dure l'électriſation.

OBSERVATIONS.

Des expériences que je viens de rapporter il réſulte trois choſes, 1°.

XX. LEÇON.

que les émanations électriques du conducteur isolé ne viennent point de son propre fonds, puisqu'il ne s'épuise point par ces écoulements, quelque tems qu'on les fasse durer; 2°. que le corps électrisé par frottement, est en état par lui-même d'animer & d'entretenir, du moins pendant un certain tems, les effluences électriques, puisque séparé du corps qui l'a frotté, il est en état tout seul de produire cet effet; 3°. que le coussin ou le corps qui frotte, fournit une bonne partie de cette matiere qui s'écoule par le conducteur isolé, puisque les émanations de celui-ci sont moins abondantes, & moins durables avec un frottoir isolé, qu'avec ce même corps lorsqu'il fait partie d'une plus grande masse: & l'on a vû dans le second Article de la premiere Section, que les meilleurs frottoirs sont ceux qu'on fait avec des substances les plus capables de fournir la matiere électrique, soit qu'ils en contiennent davantage, soit qu'ils la transmettent plus facilement.

Mais le globe, ni le corps qui le

frotté, ne fourniſſent point de leur propre fonds toute cette matiere qui paſſe par le conducteur iſolé pour ſe répandre au-dehors ; ils la tiennent eux-mêmes ou de l'air qui les environne, ou des autres corps qui ſont capables & à portée de leur en fournir ; cela s'apperçoit aiſément par les attractions apparentes que l'un & l'autre exercent ſur tout ce qu'il y a autour d'eux d'aſſez léger pour ſe laiſſer entraîner ; les duvets de plume, les feuilles de métal, les boulettes de cotton, ſe précipitent ſur le globe, & ſur le couſſin qui le frotte, pourvû que celui-ci ſoit iſolé ; & s'il ne l'eſt pas, il ſert de canal à la matiere électrique qu'il tire des corps avec leſquels il communique ; & il la rend viſiblement ſous la forme d'aigrettes, par celles de ces parties qui ne touchent pas tout-à-fait au verre frotté : c'eſt une obſervation que chacun peut faire en frottant le globe dans un lieu privé de lumiere ; il verra ſouvent ces feux électriques s'élancer du bout de ſes doigts vers le globe, s'il le frotte avec la paulme de ſa main.

XX. LEÇON.

La matiere électrique effluente du conducteur isolé, vient donc immédiatement du globe & du coussin qui le frotte, & originairement de l'air qui les touche ou des autres substances qui sont à portée de la leur fournir, comme je l'ai avancé & prouvé; mais que devient celle qui est affluente à ce même conducteur, celle qui se rend à lui de toutes parts, & qui ne cesse d'y arriver pendant tout le tems que l'on soutient l'électrisation? Car il faut que cette matiere passe au-dehors du conducteur après y être entré, sans quoi il en regorgeroit à la fin, & il ne pourroit plus en recevoir, ce qui n'arrive jamais. Voici la Réponse à cette question.

HUITIEME PROPOSITION. XX. LEÇON.

La matiere électrique qui vient de toutes parts au conducteur isolé, & que j'ai nommée matiere affluente, *ou* affluences électriques, *se rend aussi en grande partie au globe & au corps qui le frotte, d'où elle passe dans l'air environnant, ou dans les autres corps contigus.*

XXVI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Observez attentivement la frange lumineuse qui paroît toujours à l'extrêmité du conducteur isolé, qui aboutit au globe: il faut, pour bien faire, que le conducteur soit une barre de fer de 5. à 6. pieds de longueur, & un peu platte par le bout qui répond au globe; ou que ce soit un homme qui présente le bout de ses doigts à 7. ou 8. lignes au-dessus de la surface du verre, & à 2. ou 3. pouces de distance du frottoir; le globe tournant de maniere que les parties frottées passent par la voye la plus courte au conducteur: il est à propos aussi que cette expérience se fasse dans un lieu bien obscur.

XX. LEÇON.

EFFETS.

Vous verrez que la frange lumineuse, dont il est ici question, est un véritable écoulement de matiere électrique qui se porte au globe : tous ceux qui n'ont point épousé de système incompatible avec ce fait, l'ont vû & rendu tel que je viens de l'énoncer ; mais quoiqu'il soit de la plus grande évidence, j'ai été obligé de prendre quelques précautions pour empêcher qu'on ne l'obscurcît, & qu'on ne le rendît douteux pour ceux qui ne seroient point à portée de le voir par eux-mêmes : voici un Extrait des Regiſtres de l'Académie des Sciences qui fera voir qu'il a été dûëment vérifié.

„ M. l'Abbé Nollet ayant demandé des Commiſſaires pour être témoins de pluſieurs expériences concernant l'Electricité, l'Académie nomma MM. Deparcieux, Fougeroux, Bezout, Tillet & Briſſon, qui ont atteſté unanimement que les réſultats de ces expériences, auxquelles ils ont aſſiſté, étoient tels que M. l'Abbé Nollet les a

„ énoncés dans le Mémoire qu'il a
„ lû à l'Académie ; en foi de quoi j'ai
„ signé le présent Certificat. A Paris
„ ce 19. Avril 1760. „

XX. LEÇON.

Signé, GRANDJEAN DE FOUCHY,
Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.

Or le Mémoire dont il est fait mention dans le certificat, est imprimé tout au long à la fin du second volume de mes Lettres sur l'Electricité, avec approbation de l'Académie ; & on y lit, à l'article 16. ce qui suit :

„ On prit pour conducteur une
„ barre de fer quarrée de 6. pieds
„ de longueur, & dont chaque face
„ avoit environ 8. lignes de largeur :
„ on fit aboutir une de ses extrêmités
„ à un demi-pouce de la surface du
„ globe, un peu au dessus de l'endroit
„ où l'on appliquoit la main pour le
„ frotter : le fer étant électrisé, on
„ en vit sortir des filets de matiere
„ lumineuse, qui se dirigeoient vers
„ la surface du verre, comme les fran-
„ ges de l'exp. 14e., (*a*) & en même

(*a*) L'expérience 14. du même Mémoire.

XX. LEÇON.

„ tems l'on vit briller à l'autre bout „ deux aigrettes bien épanouïes, qui „ se faisoient sentir comme un souf- „ fle sur la peau, & qui poussoient „ en avant la flamme d'une bougie „ jusqu'à l'éteindre.

„ Cette expérience répétée avec „ des bâtons de bois verd, avec des „ cordes de chanvre mouillées, & „ généralement en prenant pour con- „ ducteurs, toutes substances élec- „ trisables par communication, a „ toujours montré les mêmes effets à „ la différence près du plus au moins. „

On m'objectera sans doute ce que j'ai énoncé dans la 7e. proposition ; savoir, que la matiere électrique vient du globe au conducteur ; & l'on insistera en disant, que le conducteur n'étant à portée du globe, que par cette extrêmité même où l'on apperçoit la frange lumineuse, il faut bien que ce feu soit une matiere qui passe du globe au conducteur, & non pas, comme je le prétends, du conducteur au globe.

Eclaircissement. Cette objection est spécieuse ; mais, dans le fonds, elle n'est d'aucune conséquence contre moi, jus-

qu'à ce qu'on m'ait prouvé qu'il ne peut y avoir qu'un seul courant de matiere électrique entre le globe & le bout du conducteur qui se présente à lui ; car s'il est possible qu'il y en ait deux, je ne nierai pas qu'il n'y en ait un qui passe invisiblement du globe à la barre de fer, parce qu'il y a des raisons pour le croire ; mais je soutiendrai l'existence de celui qui vient du fer au globe, parce que je le vois distinctement, & que tout le monde, à deux ou trois personnes près, le voit comme moi.

Il faut donc considérer la barre de fer électrisée, ou tout autre conducteur isolé, comme le canal commun de deux courants de matiere électrique, l'un venant du globe & qui fournit toutes ces effluences tant visibles qu'invisibles dont j'ai prouvé l'existence ; l'autre venant de l'air extérieur & des autres corps environnants, & qui débouche du côté du globe sous la forme de frange ou d'aigrette lumineuse.

Quand une fois il est prouvé que les effluences & affluences électriques exercent leurs mouvements dans la

XX. LEÇON.

masse d'air qui entoure le globe ; pourquoi la même chose ne se passeroit-elle pas dans une barre de fer, s'il est constaté d'ailleurs que le métal, quoique très-compact, est cependant, pour la matiere électrique, un milieu plus perméable que la colonne d'air dont il tient la place ?

XXVII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Laissez en place la barre de fer de l'expérience précédente, pour servir de conducteur, & faites frotter le globe de verre par un homme isolé.

EFFETS.

Cet homme qui frotte le globe, devient électrique comme un conducteur ordinaire, & en donne des signes par toutes les parties de son corps ; il attire & repousse les corps légers ; il paroît une petite aigrette lumineuse à la pointe de son épée, s'il en a une ; les corps non isolés tirent de lui des étincelles ; ses cheveux ou ceux de sa perruque deviennent divergents, &c.

OBSERVATIONS.

XX. LEÇON.

Tous ces effets ſont des indices très-certains d'une matiere qui ſort de cet homme, & qui s'exhale dans l'air dont il eſt environné ; & ce qui prouve bien que cette matiere vient en grande partie de la barre de fer iſolée, c'eſt que plus cette barre a de volume, plus l'Electricité du corps frottant devient ſenſible.

Elle le devient encore davantage, quand le conducteur ceſſe d'être iſolé, quand il communique avec de grandes maſſes plus capables que l'air, de lui fournir le fluide qu'il doit tranſmettre au globe : de ſorte que l'on peut prendre pour regle que cette expérience réuſſira d'autant mieux, que le conducteur ſera plus grand que le corps frottant, toutes choſes égales d'ailleurs.

On pourra remarquer que ſi dans l'expérience que je viens de rapporter, l'homme ou tout autre frottoir iſolé porte une pointe de métal qui s'avance dans l'air, l'aigrette qu'on en voit ſortir, eſt toujours beaucoup plus petite que ne ſeroit celle d'une

XX. LEÇON.

pareille pointe qui feroit partie du conducteur : je dirai ailleurs la raison de cette difference, qui est réelle & constante : mais qu'on y prenne bien garde ; ce petit feu, quoi qu'en disent quelques personnes que ce fait incommode, est une véritable aigrette produite par une matiere qui sort de la pointe, sans préjudice à celle qui pourroit y entrer en même tems, & que je ne nie pas ; son éruption, quand l'Electricité est assez forte, se fait sentir par un petit souffle qui pousse la flamme & la fumée d'une bougie, qui fait frémir les liqueurs qu'on y présente, & qui accélere les écoulements, quand la pointe est creuse & chargée d'eau ou d'esprit-de-vin : de telles preuves doivent l'emporter sur des doutes d'opinion & de système.

Eclaircissements.

En soutenant la réalité de cette matiere qui sort visiblement de la pointe, je dis que c'est sans préjudice à celle qui peut y entrer ; car en même tems que le corps frottant reçoit par le globe, une partie de la matiere électrique qui vient du conducteur, je pense bien que celle qu'il continue de

de fournir au globe, il la reçoit de l'air ambiant & des autres corps voisins; & que, par conséquent, cette pointe qui fait partie de lui-même, reçoit en même tems qu'elle dissipe; mais je n'entends pas que ces deux courants opposés n'ayent qu'un seul & même passage : quelque fine que soit la pointe de métal, c'est toujours un corps très-gros eu égard à la subtilité du fluide électrique; sa porosité peut aisément se partager entre la portion qui entre & celle qui sort.

XX. LEÇON.

Je n'entends pas non plus que toute la matiere électrique affluente, que peut recueillir un conducteur isolé de grand volume, passe au globe; cette frange de matiere lumineuse que l'on voit déboucher de ce côté-là, ne répond pas, ce me semble, à la quantité qu'on peut présumer qu'il a reçuë; je pense donc qu'une bonne partie de ces affluences, en tombant sur la longueur du conducteur, traverse son épaisseur, & produit des effluences à la partie opposée.

Je crois aussi que tout ce que le

XX. LEÇON.

conducteur porte au globe n'eſt point rendu ſans déchet au couſſin ; une bonne partie de cette matiere ſe diſſipe dans l'air ou dans les autres corps qui ſont à portée de la recevoir.

J'en dis autant de la matiere que le corps frottant fournit au globe ; le conducteur n'en reçoit que ce qui n'a point été répandu ailleurs pendant la rotation ; c'eſt pourquoi il eſt important de le faire aboutir à un endroit qui ne ſoit point fort éloigné de celui qui eſt frotté par le couſſin ; & de faire tourner le globe de maniere que les parties frottées arrivent par la voye la plus courte au conducteur qu'on veut électriſer : il faut lire, pour être plus amplement inſtruit, un excellent Ouvrage de M. du Tour, *Sur les différents mouvements de la matiere électrique*, imprimé, à Paris chez Vincent, en 1760. ; il eſt rempli d'expériences curieuſes & déciſives ſur ce ſujet, & de vuës très-ingénieuſes ſur ce qu'il y a de plus délicat & de plus difficile en Electricité.

XXI. LEÇON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

III. SECTION.

Sur la cause générale & immédiate des Phénomènes électriques.

L'ELECTRICITE' est l'effet d'une cause méchanique : il n'y a plus qu'un sentiment sur cela aujourdhui, comme je l'ai remarqué au commencement de la 1ere. Section. Mais ce méchanisme, objet de la curiosité de ceux qui voyent les Phénomènes, & principalement des Physiciens qui les ont découverts, est encore regardé & annoncé par bien des gens, comme un mystère impénétrable à l'esprit humain. Ce n'est pas cependant que ce qu'il y a de plus fin-

XXI. LEÇON.

XXI. LEÇON.

gulier & de plus important dans cette matiere, ne puiſſe maintenant s'expliquer d'une maniere très-intelligible & vraiſemblable : à force d'analyſer les faits, d'examiner ce qu'ils ont de commun & de particulier, en remontant des plus compoſés aux plus ſimples, nous ſommes enfin parvenus à celui qui eſt comme la ſource de tous les autres ; & ſur les cauſes de celui-ci même, nous ſommes en état d'offrir des conjectures raiſonnables & fondées ſur des analogies très-rapprochées : voilà, je crois, tout ce qu'on peut attendre & exiger de la Phyſique Expérimentale.

Mais la plupart des perſonnes à qui nous offrons ces explications, quoiqu'elles les demandent avec une impatience qui va quelquefois juſqu'au reproche, aiment bien mieux, dans le fonds, qu'on leur montre des effets qui les ſurprennent & qui les amuſent, que de leur donner à comprendre des cauſes contre la découverte ou l'intelligibilité deſquelles elles ſont prévenuës.

Cette prévention, peu obligeante pour nous, eſt aſſez ſouvent l'ou-

vrage de la pareſſe ou de l'amour-propre : ce qu'on ne ſe ſent point en état de faire, on penſe volontiers qu'un autre l'entreprendroit vainement. Il eſt plus court & plus commode de dire : Ho ! jamais perſonne n'expliquera cela ; que d'écouter, autant qu'il le faudroit, celui qui dit : Je vous l'expliquerai, ſi vous voulez me ſuivre attentivement & ſans prévention.

Il faut convenir auſſi que tout le monde n'eſt pas en état de comprendre le méchaniſme de l'Electricité, fût-il expliqué de la maniere la plus heureuſe. Il faut au moins être initié dans la connoiſſance des autres effets naturels ; il faut être un peu au fait de la nature des fluides, de leur maniere de ſe mouvoir & de ſe mettre en équilibre, du pouvoir qu'ils ont ſur les autres corps, de ce qui peut réſulter de leur choc & de leurs écoulements, &c. Combien de gens nous demandent la cauſe des phénomènes électriques ; combien d'autres ſe flattent de l'avoir trouvée, & nous l'offrent avec confiance, qui ne ſavent rien de tout cela, & qui

XXI. LEÇON.

commencent leur Physique par où ils la devroient finir, je veux dire, par l'Electricité !

Je m'attends donc bien que, de tous ceux qui ouvriront ce volume, il y en aura plusieurs qui ne prendront pas la peine de lire, encore moins d'étudier ce que je vais écrire dans cette 3e. section ; & ils feront fort bien, s'ils n'ont d'ailleurs quelques connoissances de Physique, ou s'ils ne se sentent pas le courage de me suivre avec attention & sans préjugé : mais, dans le grand nombre, j'espere trouver des Lecteurs judicieux & préparés à cette leçon par celles qui ont précédé : à ceux-ci, j'ose assurer que je ne leur offre rien de pénible à comprendre, & qui ne soit très-conforme aux principes universellement reconnus, & prouvés dans les cinq premiers tomes de cet Ouvrage.

Ce que je sais touchant le méchanisme de la vertu électrique, je le tiens de l'expérience ; je me servirai de la même voye pour l'enseigner : je vais retracer en lettres italiques ce que j'ai prouvé dans les deux Sections

précédentes, rélativement aux causes les plus générales des phénomènes; & dans le cours de mes explications, je distinguerai, par ce même caractère, ce que j'emprunterai de ces vérités prouvées, afin qu'on puisse distinguer du premier coup d'œil ce qui gît en fait, de ce qui n'est que de raisonnement, & régler sa confiance suivant l'un ou l'autre.

PROPOSITIONS FONDAMENTALES *tirées de l'expérience, & à l'aide desquelles on peut rendre raison de tous les Phénomènes électriques connus jusqu'à présent.*

I. *L'Electricité est l'effet d'une matiere fluide qui se meut autour ou au-dedans du corps électrisé.*

II. *Ce fluide n'est ni la matiere propre du corps électrisé, ni l'air grossier que nous respirons.*

III. *Il y a tout lieu de croire que la matiere électrique est la même que celle du feu élémentaire & de la lumiere, unie à quelque autre substance qui lui donne de l'odeur.*

IV. *Cette matiere est présente par-tout,*

dans l'intérieur des corps, comme dans l'air qui les environne.

XXI. LEÇON.

V. *La matiere électrique excitée ou mise en action, se meut, autant qu'elle peut, en ligne droite, & son mouvement, pour l'ordinaire, est un mouvement progressif qui transporte ses parties.*

VI. *La matiere électrique est assez subtile pour pénétrer au travers des corps les plus durs & les plus compacts.*

VII. *Mais elle ne les pénétre pas tous avec la même facilité. Les corps vivants, les métaux, l'eau, sont ceux dans lesquels elle passe le plus facilement; le soufre, la cire d'Espagne, le verre, les résines, la soye, sont ceux dans lesquels elle a le plus de peine à pénétrer, à moins que ces corps ne soyent frottés ou chauffés.*

VIII. *L'air de notre atmosphére n'est pas autant perméable pour la matiere électrique, que les métaux, les corps vivants, l'eau, &c.*

IX. *Quand la matiere électrique sort d'un corps avec beaucoup d'impétuosité, & qu'elle débouche dans l'air, soit qu'elle soit visible ou non, elle se divise en plusieurs jets divergents, qui forment une espêce de gerbe ou d'aigrette.*

X. *Un corps électrisé par frottement ou*

par

par communication, lance de toutes parts des rayons de matiere électrique qui s'étendent en lignes droites dans l'air ou dans les autres corps d'alentour. XXI. LEÇON.

XI. *Tant que durent ces émanations, une pareille matiere vient de toutes parts au corps électrisé, en forme de rayons convergents.*

XII. *Ces deux courants de matiere électrique, qui vont à sens contraires, exercent leurs mouvements en même tems; & l'un des deux est plus fort que l'autre.*

XIII. *Les pores par lesquels la matiere électrique sort du corps électrisé ne sont pas en aussi grand nombre que ceux par lesquels elle y rentre.*

XIV. *La matiere qui vient au corps électrisé, ne lui est pas fournie par l'air seulement, mais par tous les autres corps du voisinage, qui sont capables de s'électriser par communication.*

XV. *La matiere qui sort du conducteur isolé par les différentes parties de sa surface, qui n'aboutissent point au globe, vient en bonne partie de ce globe & du corps qui le frotte.*

XVI. *La matiere électrique, qui vient de toutes parts au conducteur isolé, se rend en grande partie au globe & au*

XXI. LEÇON.

corps qui le frotte, d'où elle passe dans l'air environnant ou dans les autres corps contigus.

XVII. *Les corps électrisés par communication, perdent aisément leur vertu par l'attouchement d'un autre corps non isolé.*

XVIII. *Le verre électrisé par frottement ou par communication, ne se délectrise pas de même, & peut garder son Electricité bien plus long-tems que les conducteurs ordinaires.*

Application que l'on peut faire de ces principes pour expliquer les phénomènes de l'Electricité.

Deux classes de phénomènes électriques.

LES phénomènes de l'Electricité peuvent se distribuer en deux classes: dans l'une, nous renfermerons tous ces mouvements tant alternatifs que simultanés, auxquels on a donné les noms d'*attraction* & de *répulsion*, & généralement tout ce qui s'opére par une cause qui demeure invisible.

L'autre comprendra tous les faits qui sont accompagnés de lumiere, petillements, piquures, inflammation, commotion; car, quoique ces

merveilles éclatent à nos yeux sous des apparences tout-à-fait différentes les unes des autres, & que le peu de rélation que nous voyons entr'elles, nous porte à les considérer comme autant d'objets indépendants, qui doivent être examinés séparément; cependant lorsque l'habitude a dissipé un certain éclat qui nous éblouit d'abord, & que l'étonnement fait place à la réfléxion, on s'apperçoit peu-à-peu que les effets qui paroissoient les moins analogues, se rapprochent, & ne sont le plus souvent que des extensions, les uns des autres, ou les suites nécessaires d'une cause commune, mais variées par quelque circonstance: pour peu qu'on y pense, on verra que de tous les phénomènes de ce genre, que l'on connoît, il n'en est point qu'on ne puisse comprendre dans la division que je viens d'établir.

XXI. LEÇON.

ARTICLE PREMIER
contenant les phénomènes de la premiere Classe.

L'ATTRACTION électrique, ce mouvement par lequel les corps

L'attraction électrique & la répulsion.

XXI. LEÇON.

légers se portent comme d'eux-mêmes au corps électrisé, est, sans contredit, de tous les phénomènes électriques, le premier en date; elle a été connuë bien des siécles avant qu'il fût question des autres effets; & à cet égard elle a mérité de préférence l'attention des Physiciens; elle la mérite encore plus par les variations singulieres dont elle est susceptible, & par les vains efforts que bien d'habiles gens ont faits pour nous en rendre raison: ne le dissimulons pas, si quelqu'un vous offre l'explication des phénomènes électriques, & qu'il mette celui-là à part, défiez-vous-en; c'est un homme qui a manqué son but: ou s'il entreprend de vous l'expliquer, & qu'il ne réussisse pas, comptez que ce mauvais succès influera sur tout le reste. La premiere chose qu'il faut faire, c'est de bien démêler pourquoi les corps s'approchent & s'éloignent de celui qui est électrisé; comment l'attraction se change en répulsion; d'où vient que de plusieurs petits corps semblables, les uns sont attirés, tandis que les autres sont repoussés; par quelle

cause méchanique un corps électrisé attire ce qu'un autre corps électrisé repousse, &c. Je dis qu'il faut assigner à ces effets une cause méchanique ; car si, à chaque question que je ferai, on me fait naître une vertu répulsive ou une vertu attractive, & que, suivant le besoin, on en multiplie les espèces, je n'aurai aucun égard pour tous ces enfants de l'imagination, & je dirai à celui qui les produit, que leur regne est passé.

XXI. LEÇON.

PREMIER FAIT.

Un corps électrisé par frottement ou par communication, attire ou repousse tous les corps légers & libres qui sont dans son voisinage.

EXPLICATION.

Pourquoi les corps sont attirés.

Le corps électrisé lance, de toutes parts, une matiere fluide [10], *qui sort en forme d'aigrettes* [9], *& qui lui fait une atmosphère d'une certaine étenduë.* Cette matiere effluente, *dont les rayons sont divergents entr'eux*, est en même tems remplacée *par une matiere semblable qui vient par des lignes convergentes* [11]. Voyez la *Fig.* 17. qui représente une portion annulaire

XXI. LEÇON.

d'un tube ou l'équateur d'un globe environné des deux matieres effluente & affluente.

L'une & l'autre matiere ayant un mouvement progressif [5], *& simultané* [12], doit entraîner avec elle tout ce qui lui donne prise, & qui est assez libre pour obéir à son impulsion.

Mais, comme *ces deux courants de matiere se meuvent en sens contraires* [12], le corps léger qui se trouve dans la sphère d'activité du corps électrisé, doit obéir au plus fort, à celui des deux qui a le plus de prise sur lui.

Si le corps léger qu'on veut attirer, est d'un très-petit volume ou d'une figure tranchante, comme une feuille de métal, *E* ou *F* (*fig.* 17.) il est chassé vers le corps électrique par la matiere affluente.

Et la matiere effluente ne l'empêche pas d'y arriver, parce que ses rayons, *qui sont divergents* [9], ou *les aigrettes distantes les unes des autres* [11], ne lui opposent que des obstacles rares & accidentels, à travers lesquels il se fait jour.

Une preuve qu'il rencontre des obstacles, c'est qu'il arrive rarement

au corps électrique par une voye bien directe ; assez ordinairement, c'est après plusieurs détours qu'on apperçoit d'autant mieux que ce corps léger a plus d'étenduë ; j'en atteste tous ceux qui sont dans l'habitude de voir & de répéter eux-mêmes ces expériences.

QUAND cette étenduë égale seulement celle d'un petit écu, il est fort ordinaire que le premier mouvement de la feuille soit de s'écarter du corps électrisé qu'on lui présente ; & si elle commence par s'en approcher, elle ne parvient pas jusqu'à lui ; à une certaine distance plus ou moins grande, elle est arrêtée ou repoussée.

Pourquoi ils sont repoussés.

C'est que la feuille, lorsqu'elle a une certaine largeur, & qu'elle se présente de face, ne peut plus échapper aux rayons des aigrettes, qui sont toujours plus rares à la vérité que ceux de la matiere affluente, à cause *de leur divergence* [9], & *de la distance des aigrettes entr'elles* [13], mais qui ont toujours plus de vîtesse ou de force, sur-tout à une petite distance de leur origine ou de leur éruption.

XXI. LEÇON.

S'il est donc plus ordinaire de voir un corps s'approcher d'abord de celui qui est électrisé, que de le voir s'en écarter par son premier mouvement, c'est que, pour lui donner une légéreté suffisante, on n'employe communément que des fragments d'un très-petit volume, & d'une figure, le plus souvent très-propre à les faire échapper aux rayons divergents des aigrettes ; mais on est comme sûr d'avoir un effet tout contraire, quand on prend soin de concilier avec la légéreté qui convient, une grandeur & une figure telles, qu'elles laissent assez de prise à la matiere effluente.

II. FAIT.

Dès que le corps léger qu'on vouloit attirer, a touché le corps électrique, ou qu'il s'en est seulement approché de fort près, quelque petit que soit son volume, quelque figure qu'il ait, il s'en écarte constamment après.

Ce second fait paroît d'abord contraire à l'explication que je viens de donner du premier. Si la petitesse du

volume a fait échapper le corps attiré, aux rayons de la matiere effluente, pourquoi, dira-t'on, la même cause n'a-t'elle plus le même effet après le contact ?

XXI. LEÇON.

EXPLICATION.

C'est que cette cause ne subsiste plus ; le petit corps a reçu une augmentation de volume, invisible à la vérité, mais qui n'en est pas moins réelle, comme on va le voir.

Pourquoi le même corps qui a été d'abord attiré, ne manque pas d'être repoussé ensuite.

Quand ce petit corps poussé par la matiere affluente, a touché le tube électrique, il est électrisé lui-même par communication ; & *un corps électrisé, tel qu'il soit*, & *de telle maniere qu'on l'électrise, devient tout hérissé d'aigrettes qui forment autour de lui une atmosphère de rayons divergents* [10].

Cette atmosphère augmente donc considérablement son volume, & le met en prise aux rayons de matiere effluente, qui le tiennent écarté du tube électrique, autant de tems que l'Electricité subsiste dans l'un & dans l'autre, (*H fig.* 17.)

XXI. LEÇON.

III. FAIT.

Un corps léger que l'on a électrisé, & que l'on tient suspendu ou flottant en l'air par l'action du corps électrique dont il s'est écarté, ne manque pas de revenir à ce même corps, aussi-tôt qu'il a été touché du doigt, ou de quelqu'autre corps semblable & non isolé.

EXPLICATION.

Pourquoi le corps repoussé revient au corps électrique dès qu'on l'a touché.

L'attouchement d'un corps non isolé, lui fait perdre son électricité [17], & par conséquent cette atmosphère d'aigrettes qui augmentoit invisiblement, mais réellement son volume; ainsi, après cet attouchement, il se trouve dans le même état où il étoit avant que d'avoir été électrisé, & disposé de nouveau, par la petitesse de son volume ou par sa figure propre, à se laisser emporter vers le corps électrisé, en échappant encore comme la premiere fois, aux rayons divergents de la matiere effluente.

Quand je dis en échappant aux rayons divergents de la matiere effluente, je le répete encore, ce n'est pas que je prétende que ce

corps, tout petit qu'il ſoit, ne rencontre aucun de ces filets de matiere dont le mouvement s'oppoſe au ſien: il en rencontrera ſans doute; mais, *comme ils ſont rares en comparaiſon de ceux de la matiere affluente* 9 & 13, il donnera plus conſtamment priſe à ceux-ci, & ne ſouffrira qu'un retardement ou une déviation de la part de ceux-là.

IV. FAIT.

Les corps électriſables par communication, mais qui ne ſont point iſolés, attirent les petits corps électriſés qui ſe préſentent à eux. Un homme, par exemple, avec le bout de ſon doigt ou avec un morceau de métal, attire une petite feuille d'or électriſée & flottante en l'air. (*figure* 18.)

EXPLICATION.

TANT que la petite feuille *C*, qu'on ſuppoſe électriſée, n'eſt entourée que de ſon atmoſphère propre, & de l'air dans lequel elle eſt ſuſpendue & iſolée, rien ne la détermine à ſe porter d'un côté préférablement à

Pourquoi les corps non iſolés attirent à eux de plus petits corps qui ont reçu la vertu électrique.

XXI. LEÇON.

l'autre : premiérement, parce que *ses effluences se faisant en même tems & avec une égale force, par les différents points de sa surface*, elles s'appuyent également de toutes parts sur l'air ambiant, ce qui doit mettre la réaction de ce dernier fluide en équilibre avec elle-même. En second lieu, parce que *les affluences A, B*, &c. *venant à elle également & en même tems de tous les côtés* [11], elles ne peuvent la pousser vers l'un plûtôt que vers l'autre.

Mais quand on en approche le doigt ou *tout autre corps plus perméable à la matiere électrique, que la portion d'air dont il tient la place* [8], les rayons effluents du corps *c* se plient vers lui, trouvant de sa part moins de résistance que n'en éprouvent de la part de l'air, les effluences de la partie opposée : de-là vient que ces deux corps se joignent, & que le plus petit, comme étant le plus mobile, semble être attiré par l'autre.

V. FAIT.

Pendant qu'un corps léger, pareil à celui du fait précédent, demeure

XXI. LEÇON.

suspendu & flottant en l'air au-dessus d'un tube de verre électrisé qu'il a touché, si on lui présente un autre tube de verre nouvellement frotté, il s'en écarte comme du premier : il s'approche au contraire d'un bâton de cire d'Espagne, d'une boule de soufre, &c. qu'on a électrisée.

EXPLICATION.

Pourquoi les petits corps électrisés par le verre, & qui s'en écartent ensuite, ne s'éloignent pas de même d'un bâton de cire d'Espagne électrisé.

AVANT que d'entrer dans l'explication de ce fait, il est bon d'avertir le Lecteur, qu'il n'est pas constant ; & que, quand on fait l'expérience un grand nombre de fois & en différents tems, on éprouve souvent que le soufre, la cire d'Espagne & les corps résineux, étant électrisés, repoussent au lieu d'attirer, ce que le verre a rendu électrique. *Voyez* à la fin du Tome II. de mes *Lettres sur l'Electricité*, l'article 45. des expériences vérifiées en présence des Commissaires nommés par l'Académie Royale des Sciences.

Mais comme ce fait se présente assez communément tel que je l'ai énoncé d'abord, il faut que je dise comment il peut avoir lieu, & par

quelles raisons il peut manquer.

XXI. LEÇON.

Pour être en état de bien entendre l'explication qu'on peut donner de ce cinquieme fait, il faut se faire une idée bien nette de ce qui se passe entre deux corps dont l'un seulement est électrisé, ou entre deux corps qui le sont tous deux.

Dans le premier cas, c'est-à-dire, lorsque l'un des deux corps seulement est électrisé, *il sort de celui qui ne l'est pas, une matiere qui est affluente par rapport à l'autre* [14]; *& de celui-ci, il s'élance perpétuellement des aigrettes dont les rayons sont divergents entr'eux* [10].

Dans le second cas, c'est-à-dire, quand les deux corps, qui sont en présence l'un de l'autre, sont actuellement électriques, *il sort de tous deux une matiere effluente* [10], dont les rayons vont en sens contraires de l'un à l'autre corps. Et, *tandis que cette matiere émane ainsi des deux corps, une semblable matiere vient de toutes parts à eux, soit de l'atmosphère, soit des corps voisins, pour remplacer & perpétuer ces émanations* [11] & [14].

Ainsi, dans l'un & dans l'autre cas, la matiere électrique qui vient de

l'un des deux corps, eſt toujours oppoſée à celle qui vient de l'autre ; & , par conſéquent , pour qu'ils puiſſent s'approcher, il faut de deux choſes l'une , ou que ces rayons qui vont en ſens contraires de l'un à l'autre corps , perdent toute leur action, ou que chacun de ces deux courants trouve un paſſage aſſez libre dans le corps qu'il rencontre ; car ſi ces émanations ſubſiſtent, & qu'en ſortant de l'un des deux corps, elles ne puiſſent pas facilement entrer dans l'autre, elles ne manqueront pas d'entretenir une diſtance entre les deux ; ce que l'on a nommé *répulſion*. Revenons maintenant à notre fait.

La petite feuille de métal électriſée fuit conſtamment tout verre électrique, parce que, comme on l'a dit ci-deſſus, *ſon volume augmenté par une atmoſphère de rayons divergents, donne aſſez de priſe aux émanations du verre* [10].

La même choſe n'arrive pas lorſqu'on lui préſente un morceau de ſoufre ou de cire d'Eſpagne nouvellement frotté, pour deux raiſons : la premiere , parce que les rayons ef-

XXI. LEÇON.

fluents de ces matieres électrisées *sont plus foibles que ceux du verre*, & qu'apparemment la matiere qui sort d'un bâton de cire d'Espagne électrisé, n'a pas plus de force ordinairement que celle qui *vient de tout autre corps non électrique en présence d'un corps électrisé* [14], & qui n'empêche pas, comme on sait, l'approximation réciproque. La seconde raison est que *les matieres résineuses, le soufre, les gommes, &c. dans lesquelles le fluide électrique a peine à se mouvoir pour l'ordinaire, en sont pénétrés plus facilement, quand on les frotte ou qu'on les chauffe* [7].

Ainsi la feuille de métal électrisée n'est pas repoussée par le soufre qu'on vient de frotter, parce que les rayons effluents de cette petite feuille le pénétrent, comme elle est pénétrée elle-même par ceux de ce soufre électrisé; & cette pénétration mutuelle fait que la résistance est moindre entre ces deux corps, que par-tout ailleurs aux environs; car c'est un fait, *que la matiere électrique a plus de peine à pénétrer dans l'air de l'atmosphère que dans les corps les plus denses & les plus durs* [8].

Voil

Voilà ce qui arrive le plus communément ; mais il peut se faire aussi que les rayons effluents de la petite feuille électrisée manquent de force pour pénétrer dans le soufre, ou que celui-ci ne soit pas assez pénétrable pour eux, faute de n'avoir pas été frotté, ou chauffé suffisamment, ou que ses propres effluences ayant trop de vigueur, empêchent celles de la petite feuille d'arriver jusqu'à lui ; & alors il y a répulsion comme en présence du verre électrisé.

XXI. LEÇON.

Il est inutile de dire que je nomme ici le soufre pour toutes les substances qui produisent ce même effet ; & ce qui me fait croire que la répulsion ou l'attraction, en pareil cas, dépend de quelqu'une des causes que je viens d'alléguer, c'est que souvent la même boule de soufre, le même bâton de cire d'Espagne, attire ce qu'il repoussoit, ou repousse ce qu'il attiroit un instant auparavant, & sans être frotté de nouveau, mais seulement parce qu'on le présente un peu plûtôt ou un peu plus tard, de plus près ou de plus loin.

De tous les phénomènes élec-

XXI. LEÇON.

Le fait dont il s'agit ici n'est pas constant.

triques, il n'en est pas de moins certain, de moins constant que celui dont il est ici question; si quelqu'un peut se vanter de le faire réussir à son gré toutes les fois qu'il voudra, il faut qu'il soit sûr de réunir des circonstances très-difficiles à saisir: & dès-lors, je dis que c'est un effet variable; non pas qu'il n'arrive sûrement quand tout ce qui doit le produire sera rassemblé; avec cette condition, tout effet naturel est infaillible; mais parce qu'il dépend de plusieurs causes très-délicates, & que le plus habile Physicien auroit bien de la peine à prévoir & à régler la part que chacune d'elles doit y avoir.

VI. FAIT.

Un corps électrisé par frottement ou par communication, attire & repousse en même tems, par le même côté de sa surface, plusieurs corps légers qu'on lui présente, de sorte que les uns vont à lui, tandis que les autres s'en écartent.

EXPLICATION. XXI. LEÇON.

Comment les attractions & répulsions électriques sont simultanées.

LE phénomène des attractions & répulsions simultanées, est celui contre lequel viennent échouer sans ressource tous ceux qui prétendent expliquer les effets de la vertu électrique avec un seul courant de matiere. Quand on n'attribuë au corps électrisé que celle qui lui vient du dehors, on peut bien par-là rendre raison jusqu'à un certain point, des mouvements qu'on nomme *attractions:* on en est quitte après pour gliſſer légérement sur la cauſe des *répulsions.* Si l'on n'admet que la matiere lancée de toutes parts autour du corps électrisé, on peut bien dire pourquoi il chaſſe les petits corps qui le touchent, comment il les tient écartés de lui; & l'on répond comme on peut, à ceux qui demandent d'où vient que de pareils corps ſont attirés. Mais il faut ſe taire ou dire de mauvaiſes raiſons, quand il s'agit d'expliquer comment, par l'un ou par l'autre de ces deux courants, des corps tout ſemblables entr'eux ſont pouſſés en même tems, les uns dans

XXI. LEÇON.

un sens, les autres dans un sens opposé. Aussi met-on ce fait à l'écart, comme s'il n'existoit pas; & quoique je l'aye objecté bien des fois, personne n'a fait semblant de m'avoir entendu.

Pour moi qui ai dûement prouvé que ces deux courants existent en même-tems autour du corps électrisé, & qui ai expliqué ci-dessus les attractions par l'un, & les répulsions par l'autre, je n'ai qu'un mot à ajouter, pour faire remarquer que ces deux effets peuvent avoir lieu ensemble.

En effet, puisque *la matiere électrique, tant effluente qu'affluente, est divisée par rayons, dont chacun est animé d'un mouvement propre & progressif* [5], [10], [11]; n'est-il pas tout simple que chacun d'eux entraîne avec lui tout ce qu'il trouve en son chemin, d'assez mobile pour obéir à son impulsion? Les corps attirés sont donc ceux qui obéissent à la matiere affluente, & les corps repoussés sont ceux qui sont emportés par la matiere effluente.

Les uns & les autres devroient naturellement aller & venir en ligne

droite ; *ainsi que le fluide invisible qui les entraîne* 5. Mais comme les mouvements sont opposés, il est presque impossible qu'il n'arrive des chocs & des déviations ; & parce que c'est le hazard qui les produit, les effets apparents qui en résultent, sont aussi de ceux qu'on ne peut pas prédire.

Comme toutes les parties du corps électrisé ont leurs effluences & leurs affluences, il doit y avoir aussi attractions & répulsions simultanées à chacune d'elles ; les effets ont lieu partout où regnent les causes.

VII. FAIT.

Les attractions & les répulsions électriques, toutes choses égales d'ailleurs, sont plus ou moins vives, & s'étendent à des distances plus ou moins grandes, suivant la nature des supports, sur lesquels sont placés les petits corps qui doivent être attirés & repoussés.

EXPLICATION.

Les corps qui sont attirés en apparence, sont poussés réellement vers le corps électrisé, *par la matiere élec-*

XXI. LEÇON.

Comment la nature des supports influe sur les attractions & répulsions.

trique qui lui vient de toutes parts [11]. Mais cette matiere affluente ne lui vient pas seulement de l'air ; elle vient auſſi *de tous les autres corps du voiſinage, qui ſont capables de s'électriſer par communication* [14] ; *& dans ceux-là, la matiere électrique ſe meut avec bien plus de facilité que dans tous les autres, tant pour entrer que pour ſortir* [7]. Si vous placez donc des corps légers ſur un ſupport de métal, ſur la main d'un homme, &c. ils ſeront portés au tube ou au conducteur électriſé plus vivement & de plus loin, que s'ils étoient placés ſur un gâteau de réſine, ou ſuſpendus en l'air ; parce que la matiere électrique, que la préſence du corps électriſé détermine à venir à lui, *ſort du métal & des corps vivants, &c. plus abondamment & avec plus de force que des corps réſineux & de l'air* [7] & [14].

De même, quand ces petits corps ont touché le tube de verre ou le conducteur qui les attire, ils ſont électriſés eux-mêmes, repouſſés vers leur ſupport, & hors d'état d'être attirés de nouveau, juſqu'à ce qu'ils ayent perdu leur électricité acquiſe ; or, *comme rien n'eſt plus propre à la leur*

ôter promptement que le métal non isolé [17], ils ne l'ont pas plûtôt touché, que la matiere affluente les reprend, pour les entraîner au corps électrisé. Au lieu que si le support étoit de la cire d'Espagne ou quelque matiere résineuse, le petit corps électrisé n'y perdroit sa vertu que lentement; & quand il auroit repris son premier état, & qu'il seroit sujet à attraction, *la matiere qui vient d'un pareil support, est si foible* [7], qu'elle ne le porteroit qu'avec peine vers le tube ou vers le conducteur.

XXI. LEÇON.

On voit par-là comment les attractions & répulsions électriques peuvent devenir plus fortes ou plus foibles par le voisinage de certains corps, & combien il est important d'avoir égard à ces circonstances, quand on fait ces sortes d'expériences, dans la vûë de résoudre quelque question.

* VII. FAIT.

Tout ce qu'on veut électriser par communication, doit être posé sur des matieres qui ne s'électrisent bien que par frottement; telles sont le

soufre, la cire d'Espagne, les résines la soye, &c.

XXI. LEÇON.

EXPLICATION.

Pourquoi certaines matieres sont plus propres que d'autres à isoler les corps qu'on veut électriser par communication.

UN corps s'électrise par communication, lorsque la matiere électrique, *qui réside en lui* [4], reçoit du mouvement par le contact ou l'approximation d'un corps déja électrique, qui la détermine à se porter du dedans au dehors : or la cause qui détermine, doit agir d'autant plus efficacement, qu'elle agit sur un corps plus isolé ou plus petit, puisqu'alors elle a moins de matiere à mettre en mouvement. Un homme qui se tient placé immédiatement sur le plancher d'une chambre, ne s'électrise que très-peu ou point, parce qu'il communique avec de grandes masses qui sont électrisables comme lui, & que l'action qu'on exerce sur la matiere électrique qui réside en lui attaque en même-tems *celle de tous les autres corps* [4], avec lesquels il a communication. Et cette action partagée à tant de corps, n'a presque point d'effet sensible sur aucun d'eux.

Il n'en est pas de même, si l'on met

met un gâteau de résine sous les pieds de cet homme ; comme *les corps de cette espêce ne s'électrisent presque point par communication*[7], le corps électrique qui doit communiquer sa vertu, n'agit alors que sur l'homme isolé ; & ne détermine au mouvement que la matiere qui est en lui. XXI. LEÇON.

Pour rendre cette explication plus claire, il faut que je reprenne les choses de plus haut, & que je dise de quelle maniere je conçois qu'un corps s'électrise quand on le frotte, & comment, une fois électrisé, il communique sa vertu à un autre corps.

Idée de l'électrisation, ou de la maniere dont l'Electricité s'excite par le frottement.

Quand je frotte un tube de verre, un bâton de cire d'Espagne, une boule de soufre, &c., je mets en mouvement & les parties du corps frotté, & la matiere électrique qui en remplit les pores : est-ce aux parties du verre que le mouvement s'imprime d'abord pour se communiquer ensuite à la matiere électrique, ou tout au contraire ? C'est ce que j'examinerai ailleurs ; mais il est sûr *que la matiere électrique s'élance sensiblement du dedans au dehors*[10], & le

XXI. LEÇON.

verre s'échauffe : en voilà assez pour me faire croire que tout est agité.

Le corps frotté ne s'épuise point par ces émanations continuelles, quelque tems qu'elles durent, parce que la matiere électrique qui sort, est toujours remplacée *par une matiere semblable* [11], *qui vient non-seulement de l'air, mais même de tous les autres corps qui sont dans le voisinage* [14]. *Si la matiere électrique est présente par-tout* [4], comme il y a tout lieu de le croire, elle doit s'empresser de remplir tous les espaces qui se trouvent vuides des parties de son espèce : c'est le propre des fluides, de se répandre uniformément, & de se mettre en équilibre avec eux-mêmes : représentez-vous un seau percé de toutes parts, que vous auriez plongé dans un bassin ; si vous épuisiez tout-à-coup ce vaisseau avec une pompe ou autrement, ne se rempliroit-il pas aussitôt aux dépens de l'eau du bassin, & ce remplacement ne se feroit-il pas autant de fois que l'épuisement seroit réïtéré ?

L'Electricité n'est donc rien autre chose que l'état d'un corps qui reçoit

continuellement les rayons convergents d'une matiere très-subtile, tandis qu'il laisse échapper de toutes parts des rayons divergents d'une pareille matiere ; il est comme la source de celle-ci, & le terme de celle-là. Et comme l'effluence de l'une occasionne l'affluence de l'autre, le remplacement entretient aussi la durée des émanations.

Idée de la maniere dont les corps s'électrisent par communication.

APPROCHONS maintenant d'un corps qui est dans cet état, un autre corps capable de s'électriser par communication & convenablement isolé: la matiere électrique qui est en repos dans ce corps, doit se mettre en mouvement, & se porter du dedans au dehors par deux raisons : 1°. Parce que *tout ce qui est dans le voisinage d'un corps électrisé, lui fournit cette matiere que nous avons nommée affluente* [14]. 2°. Parce qu'une partie de cette même matiere qui réside dans le corps qu'on approche du corps électrisé, doit recevoir des impulsions continuelles de la part des rayons effluents qui s'élancent de celui-ci, *& qui sont capables de pénétrer dans les corps les plus compacts* [6].

XXI. LEÇON.

Mais si ce corps perd ainsi la matiere électrique qui réside en lui, où il doit bien-tôt s'épuiser, ou bien il faut qu'il reprenne d'ailleurs une matiere semblable à celle qu'il perd; or on ne peut pas dire qu'il s'épuise, car ces émanations durent autant de tems qu'on veut les exciter; mais il lui arrive ce qu'on observe en général à tout ce qui est actuellement électrique, soit par communication, soit par frottement; *tant que dure l'émanation de la matiere intérieure, une pareille matiere vient de toutes parts remplacer celle qui sort* [11]. Ainsi l'électricité communiquée, comme celle qu'on excite par frottement, consiste toujours dans une effluence & dans une affluence simultanées de la matiere électrique.

Comme le premier de ces deux mouvements naît en partie par l'impulsion ou par le choc, dans le corps qu'on électrise par communication, & qu'un certain choc ne peut animer sensiblement qu'une certaine quantité de matiere, il est nécessaire de limiter celle que doivent mouvoir les rayons effluents du corps élec-

trique communiquant ; & c'eſt ce que l'on fait en interpoſant quelque matiere réſineuſe, *peu propre à être pénétrée par le fluide électrique*, & qui interrompt fort à propos la continuité des corps électriſables.

XXI. LEÇON.

VIII. FAIT.

Dans l'expérience de Hauxbée, qui eſt ſi connue (*A fig.* 19.), des fils arrêtés au centre d'un globe de verre électriſé, ſe dirigent en forme de rayons, qui tendent à l'équateur du globe ; & d'autres fils attachés à un cerceau en dehors, prennent une tendance convergente au centre de ce même globe.

EXPLICATION.

Après ce que j'ai dit ci-deſſus pour expliquer les attractions électriques, il ne me reſte qu'à faire remarquer ici que les deux ſurfaces du verre s'électriſent enſemble, quoiqu'on n'en frotte qu'une. Les fils attachés au centre du globe, ſont dirigés vers la ſurface intérieure par la matiere affluente qui les enfile, en venant de l'air extérieur, par l'axe ſur le-

Explication de l'expérience d'Hauxbée & de ſes circonſtances.

XXI. LEÇON.

quel ils sont arrêtés ; & ceux du cerceau deviennent convergents au globe par une pareille matiere qui se rend de toutes parts à la surface extérieure.

Une circonstance assez singuliere de cette expérience, & qui mérite plus d'attention que le reste, c'est que les fils du dedans changent de place, & semblent s'écarter quand on souffle sur le verre, ou qu'on présente le doigt par dehors à l'endroit où ils tendent.

On peut rendre raison de ces effets, en disant, 1°. que le souffle le plus souvent chargé d'humidité, diminuë ou fait cesser l'électricité à la partie du verre qu'il attaque, & alors le fil qui s'y dirigeoit, retombe par son propre poids : 2°. Quand on approche le doigt de la surface extérieure, *la matiere qui sort de ce doigt, en la présence du globe électrisé* [14], passe à travers le verre, & va fortifier les aigrettes de l'autre surface ; & alors ces effluences de la surface intérieure l'emportent en force sur la matiere affluente qui dirige le fil, & elles le repoussent pour un tems.

Je n'imagine pas gratuitement que la matiere qui sort du doigt en pareil cas, pénétre dans le verre, & va fortifier les effluences de la surface intérieure du globe. Si l'on fait entrer dans ce vaisseau un peu de sciure de bois ou du son de farine, on verra très-distinctement chaque petite parcelle s'élancer & sauter, quand le bout du doigt se présentera dessous ; c'est une épreuve que j'ai répétée cent fois.

XXI. LEÇON.

IX. FAIT.

Certains corps ont peine à s'électriser les uns par frottement, les autres par communication, tandis que d'autres deviennent fortement électriques de l'une ou de l'autre maniere ; si la matiere électrique réside par-tout, d'où peut venir cette différence ?

EXPLICATION.

Un corps n'est point électrisé, pour avoir en soi la matiere électrique ; *il faut que cette matiere en sorte pour être remplacée par une semblable* [10] & [11] ; il faut qu'il y ait effluence & affluence, comme je l'ai

Pourquoi certains corps s'électrisent mieux par le frottement, & d'autres par la communication.

XXI. LEÇON.

dit plusieurs fois ci-dessus ; or cette matiere, toute subtile qu'elle est, *ne pénétre pas tous les corps indistinctement & avec la même facilité* [7] ; elle trouve dans les uns des passages plus libres que dans les autres, tant pour sortir que pour entrer.

D'ailleurs il est probable que ces élancements sont causés & entretenus par quelque mouvement intestin, imprimé aux parties du corps que l'on a frotté : j'ai lieu de croire que le ressort de ces parties y entre pour beaucoup ; car j'observe qu'en général les corps dont les parties ont le plus de roideur, sont aussi les plus propres à s'électriser par frottement.

X. FAIT.

Quoique tout ce qui est léger & libre puisse être attiré ou repoussé par un corps actuellement électrique, il y a pourtant certaines matieres qui obéissent plus vivement que d'autres à ces attractions & répulsions.

EXPLICATION.

L'Expérience a fait connoître que cette disposition plus ou moins

grande à être attiré & repoussé par un corps électrique, dépend moins de la nature des matieres que d'un assemblage plus ou moins serré de leurs parties. On apperçoit aisément la raison de ce phénomène, quand on considere que les mouvements alternatifs, d'attraction & de répulsion, sont les effets de la matiere électrique, tant effluente qu'affluente, qui, quoiqu'assez subtile pour pénétrer dans les corps les plus compacts, & pour se faire jour au travers de leurs pores, n'en est pas moins une matiere composée de parties solides, capables par conséquent de heurter & d'entraîner avec elle tout ce qu'elle rencontre de solide dans son chemin. Les corps les plus denses doivent donc lui donner plus de prise que les autres; une paillette de métal, plus qu'un fragment de papier; un ruban mouillé ou gommé, plus que le même ruban, s'il étoit lavé & sec, &c.

XXI. LEÇON. Pourquoi il y a des corps plus susceptibles les uns que les autres, des attractions & répulsions électriques.

Une chose à laquelle il faut encore faire attention, c'est que les corps qui sont attirés & repoussés le plus vivement, sont justement ceux

Observation importante.

XXI. LEÇON.

qui s'électrisent le mieux par communication ; une feuille de métal à qui l'on présente un tube de verre nouvellement frotté, s'électrise d'abord peu ou beaucoup, c'est-à-dire, que la matiere électrique qui réside en elle, se dispose à sortir de toutes parts, ou sort réellement.

Le premier de ces deux états, (lorsqu'elle n'est point encore électrique, mais toute prête à l'être,) état qui ne peut cesser que quand elle ne touchera plus la table ou le corps non électrique qui la soutient ; ce premier état, dis-je, la met plus en prise qu'un morceau de papier, à la matiere affluente qui va au tube ; car outre son excès de densité, elle oppose encore des pores pleins d'une matiere presqu'effluente ; de sorte qu'elle n'a peut-être aucun point de sa surface qui ne soit susceptible du choc qui tend à la mener au tube.

Lorsqu'elle s'enleve, & qu'elle commence à s'approcher du tube, elle s'électrise alors de plus en plus, & *son volume augmente par une atmosphère de rayons divergents* [10], com-

me je l'ai dit ci-dessus. Et il augmente quelquefois, de maniere que, rencontrant les rayons de la matiere effluente du tube en suffisante quantité, la petite feuille de métal rétrograde avant qu'elle ait touché le corps électrique qui l'attiroit.

Cette activité, comme l'on voit, tant pour aller au tube que pour s'en écarter, vient donc en très-grande partie de la facilité avec laquelle certains corps reçoivent l'électricité d'un autre.

XI. FAIT.

L'Electricité se communique presqu'en un instant par une corde de douze cents pieds & plus, à laquelle on fait faire plusieurs retours : comment se peut-il faire que la matiere électrique passe si promptement d'un bout à l'autre de cette corde, & qu'elle en suive ainsi les différentes directions ?

EXPLICATION.

C'est une supposition très-vraisemblable, & que les plus habiles Physiciens n'ont pas fait difficulté

XXI. LEÇON.

d'avancer ou d'admettre que, dans les corps les plus denses, il y a plus de vuide que de plein, plus de pores que de parties solides: on peut donc croire, à plus forte raison, que dans une corde, dans une verge de fer, &c., la porosité est telle, que la matiere électrique (*fluide subtil qui réside par-tout* [4]) jouit d'une continuité de parties non interrompuë; ainsi, dès que les rayons ou les filets de cette matiere très-mobile par elle-même sont poussés par un bout, ou déterminés à se mouvoir, comme je l'ai dit ci-dessus, je conçois que le mouvement est bien-tôt transmis jusqu'à l'autre extrêmité; ou que les premieres parties venant à sortir, donnent lieu aux autres de les suivre sans délai, à peu-près comme le mouvement se transmet par une file de corps élastiques & contigus; ou bien comme l'eau d'un canal se meut toute entiere, dès qu'on lui permet, ou qu'on la force de couler par un bout.

Comment la vertu électrique peut se transmettre en si peu de tems à des distances très-grandes.

Ainsi quand j'électrise une corde de deux cents toises par l'une de ses extrêmités, je ne prétends pas

que, dans le premier instant, les rayons effluents de l'autre bout soient individuellement la matiere électrique du tube qui ait parcouru toute la longueur de la corde, mais seulement une matiere semblable, qu'elle a trouvé résidente dans la corde, & qu'elle a poussée devant elle. XXI. LEÇON.

Si le fluide électrique ou le mouvement qui lui est imprimé, suit toujours la corde, malgré ses détours & ses sinuosités, c'est vraisemblablement en conséquence de ce principe que j'ai déja cité plusieurs fois : *que la matiere électrique trouve moins d'obstacles dans les corps les plus denses, que dans l'air même de l'atmosphère* [g]. Elle suit les différentes directions du corps qui lui oppose le moins de résistance.

XII. FAIT.

Une légere humidité nuit à l'électricité qu'on excite par frottement ; & bien loin d'être nuisible, elle est favorable à l'Electricité par communication.

XXI. LEÇON.

EXPLICATION.

Pourquoi l'humidité qui ne nuit point à l'électricité que l'on communique, met un obstacle considérable à celle qu'on veut exciter par frottement.

L'Electricité que l'on fait naître par le frottement, dépend beaucoup d'un certain mouvement intestin que l'on fait prendre aux parties propres du corps que l'on frotte ; & ce mouvement lui-même, cette espèce d'irritation exige que les parties soient libres, & jouissent de toute leur élasticité ; une vapeur humide, ou une légere couche d'eau, empêche apparemment que ces parties ne se mettent en jeu, ou bien elle empâte, pour ainsi dire, les pores, & ne permet pas que la matiere électrique s'y meuve librement, tant pour entrer que pour sortir.

L'Electricité qui se communique par des conducteurs, ne leur doit, suivant toutes les apparences, que les passages libres qu'ils donnent à la matiere électrique ; ce sont des milieux purement passifs : or l'expérience fait connoître que l'eau reçoit & transmet aisément cette matiere ; par conséquent, si elle se trouve unie à quelqu'autre substance, bien loin d'empêcher que celle-ci

ne s'électrise par communication, elle doit au contraire faciliter cet effet.

XIII. FAIT.

L'électrisation augmente la transpiration des animaux, accélere l'évaporation des liqueurs, & desseche les corps solides qui ont quelque suc ou quelque humidité à perdre.

Ces faits sont prouvés par une suite d'expériences que j'ai publiées dans les 4e. & 5e. Discours de mes *Recherches* sur les causes particulieres des phénomènes électriques, & dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, *année* 1747., p. 234. *& suiv.*

EXPLICATION.

Il faut se rappeller ici la 14e. Expérience de la II. Section, dans laquelle nous avons vu que des écoulements qui se faisoient naturellement goutte à goutte, ont été vivement accélérés par l'électrisation ; nous avons attribué cet effet aux effluences de la matiere électrique, qui entraînent rapidement les petites gouttes de liqueur qu'elles trouvent

Comment l'Electrisation accélere l'évaporation des liquides, la transpiration des animaux, &c.

XXI. LEÇON.

sur leur chemin ; & en effet cette cause se présente si naturellement, qu'il n'est pas possible de la méconnoître. On peut de même lui attribuer ce qui arrive aux animaux & aux corps évaporables qu'on électrise ; la transpiration est un écoulement insensible qui se fait par les pores de la peau ; quand la matiere électrique est forcée de sortir par ces mêmes issuës, elle entraîne ce qu'elle y rencontre ; si cela dure un certain tems, l'animal, à la fin, se trouve avoir plus transpiré qu'il n'auroit fait dans son état naturel.

C'est à-peu-près la même chose pour les corps capables d'évaporation ; quand on les électrise, ces mêmes effluences dont nous venons de parler, emportent avec elle les parties superficielles d'une liqueur ; ou bien elles chassent hors du corps d'où elles sortent, ce qu'elles trouvent de liquide dans ses pores : ainsi après une électrisation de quelque durée, on trouve un déchet sensible dans le poids.

XIV. FAIT. XXI. LEÇON.

On augmente auſſi la tranſpiration des animaux, & l'on fait diminuer le poids des ſubſtances évaporables, en les plaçant ſeulement auprès des corps qu'on électriſe.

Cela eſt encore prouvé par un grand nombre d'expériences que l'on trouvera à la ſuite de celles que j'ai citées ci-deſſus.

EXPLICATION.

Nous avons vû par la 20e. Expérience de la II. Section, que la matiere électrique qui vient des corps environnants au corps électriſé, accélere auſſi les écoulements qui ne ſont point iſolés; il eſt donc comme indubitable que la même matiere, en ſortant de l'animal pour ſe rendre au corps qu'on électriſe, précipite la tranſpiration, qui, ſans cela, ſe feroit avec plus de lenteur.

Pourquoi cet effet a lieu pour des corps non iſolés qui ſont placés dans le voiſinage des corps qu'on électriſe.

Il eſt aiſé de comprendre auſſi qu'en pareil cas une liqueur s'évapore plus vîte que de coûtume, étant aidée par le fluide électrique qui traverſe toute ſa maſſe; pour-

XXI. LEÇON.

arriver au corps électrisé : une poire, ou un autre fruit, doit perdre aussi une portion de ses sucs, par la même cause.

XV. FAIT.

Les attractions & les répulsions ne sont pas aussi régulieres dans le vuide que dans l'air libre.

EXPLICATION.

Pourquoi les attractions & répulsions électriques sont moins régulieres dans le vuide qu'en plein air.

POUR que ces mouvements ayent une certaine régularité, il faut que les effluences électriques conservent leur forme ordinaire d'aigrettes épanouies ; il faut que leurs rayons, séparés les uns des autres, ayent une certaine divergence, afin que les rayons de la matiere affluente puissent passer entr'eux, & y faire passer avec eux les petits corps qu'ils entraînent ; mais cette divergence si nécessaire aux rayons de la matiere effluente, vient principalement de la résistance qu'ils éprouvent de la part de l'air, en débouchant du conducteur ; cela n'a presque plus lieu dans le vuide ; les rayons effluents n'ont plus d'autre cause de diver-

gence que l'impétuosité de leur éruption ; & l'on peut voir, en faisant l'expérience dans l'obscurité, qu'ils demeurent réunis plusieurs ensemble, sous la forme de gros jets fumineux.

Ce qui prouve bien que c'est-là la véritable cause de cette diminution ou irrégularité qu'on remarque dans les attractions & répulsions éprouvées dans le vuide, c'est que l'on corrige ce défaut, en terminant le conducteur qui porte l'Electricité dans le récipient, par une bouteille de verre dont le fond soit arrondi, & qui contienne de l'eau ou du mercure; (*B fig.* 19.) car comme le verre tamise davantage la matière électrique effluente, & la divise en petits jets, les choses se passent alors à-peu-près comme dans l'air libre.

I. Fait. A l'extrémité d'une barre de fer, ou au bout du doigt d'un homme qu'on électrise fortement & de suite, il paroît communément un bouquet ou une aigrette de rayons enflammés qu'on entend bruire sourdement, & qui fait sur la peau une impression assez semblable à celle d'un souffle léger. 454
Explication de ce fait. *ibid.*
Pourquoi ces feux ne produisent qu'un vent frais. 456

II. Fait. Lorsqu'on approche de fort près le bout du doigt ou un morceau de métal d'un corps quelconque fortement électrisé, on apperçoit une ou plusieurs étincelles très-brillantes qui éclatent avec bruit : & si ce sont deux corps vivants que l'on applique à cette épreuve, l'effet dont je parle est accompagné d'une piquûre ou d'une commotion qui se fait sentir de part & d'autre. 458
Explication de ce fait & de ces circonstances. *ibid.*
Objection & réponse. 460

III. Fait. Les étincelles éclatent quelquefois d'elles-mêmes, sans être provoquées par un autre corps; cela n'est-il pas contraire aux Explications précédentes ? 462
Explication de ce fait, & des étincelles spontanées. *ibid.*

IV. Un homme électrisé qui passe légérement sa main sur une personne non isolée, vêtuë de quelque étoffe où il y ait de l'or ou de l'argent, la fait étinceller de toutes parts ; non seulement elle, mais encore toutes les autres qui sont habillées de pareilles étoffes & qui se touchent ; & ces étincelles se font sentir aux personnes sur qui elles paroissent, par des picottements qu'elles ont peine à souffrir. 465
Explication de ce fait. *ibid.*

V. Fait. Une personne électrisée, sur-tout si elle l'est par le moyen d'un globe de verre, allume avec le bout de son doigt de l'esprit-de-vin légérement chauffé, que lui présente une autre personne non isolée. 468
Explication de ce fait. *ibid.*
VI. Fait. La commotion dans l'expérience de Leyde. 471
Explication du fait. *ibid.*
VII. Fait. Il faut, pour l'expérience de Leyde, que le vase qui contient l'eau, soit de verre, de porcelaine ou de grais. 477
Explication de ce fait. *ibid.*
Remarques sur l'expérience de Leyde. 480
Conséquences à tirer de ces remarques. 486
VIII. Fait. Un globe ou un tube de verre vuide d'air, devient tout lumineux au-dedans quand on le frotte par dehors, & ne donne aucun signe d'électricité à sa surface intérieure. *ibid.*
Explication de ce fait. 487
Pourquoi certains Barometres sont lumineux. 488
IX. Fait. Un globe de verre enduit de cire d'Espagne par dedans, & que l'on frotte, après l'avoir purgé d'air, devient lumineux intérieurement; & l'on apperçoit la main & les doigts de celui qui frotte, nonobstant l'opacité naturelle de la cire d'Espagne. 489
Explication de ce fait. 490
X. Fait. Le conducteur électrisé par un globe de verre, lance des aigrettes très-épanouïes; les pointes de métal qu'on y présente, ne produisent que des points lumineux. 491
Circonstances remarquables de ce fait. *ibid.*
Explication du même fait. 492
XI. Fait. Si le coussin, ou l'homme qui frotte le globe de verre est isolé, & qu'il ait quelque partie saillante ou pointuë qui se porte dans l'air;

au lieu d'une aigrette, on ne voit à cette pointe qu'un point lumineux. 494
Observation importante sur ce fait. *ibid.*
Explication du même fait. 495
XII. Fait. Quand on électrise avec le globe de soufre un conducteur terminé en pointe; au lieu d'une belle aigrette, on n'apperçoit qu'un point lumineux à l'extrêmité la plus reculée du globe. 496
Explication de ce fait. *ibid.*
La différence qu'on observe entre les feux électriques produits par le soufre, & ceux que le verre fait naître, ne suffit pas pour établir l'existence de deux Electricités essentiellement différentes. 498
XIII. Fait. Un conducteur isolé entre deux globes, l'un de verre, l'autre de soufre, que l'on électrise le plus également qu'il est possible, n'acquiert, dit-on, *aucune* Electricité, ou perd *entiérement* celle qu'il a. 499
Correctif à mettre dans l'énoncé de ce fait. *ibid.*
Observation importante à faire dans cette expérience. 500
Explication du XIIIe. Fait, réduit à sa juste valeur. 501
Conclusion. 503

Fin de la Table des Matieres du Tome sixiéme.